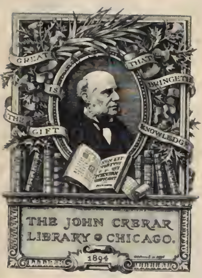
ALBERT WETZEL

Der Bau von Riesen-Luftschiffen

VERLAG VON KONRAD WITTWER
STUTTGART [illegible]


GREAT IS THE GIFT THAT BRINGETH KNOWLEDGE
THE JOHN CRERAR LIBRARY CHICAGO.
1894

ALBERT WETZEL

DER BAU VON RIESEN-LUFTSCHIFFEN

:: :: STUTTGART :: ::
VERLAG VON KONRAD WITTWER
1909

Published New Year 1909.

▫▫▫ KONRAD WITTWER, STUTTGART ▫▫▫

Vorwort.

In neuerer Zeit wurde vielfach die Zentrifugalkraft von Kreiseln verwendet, um den Schlingerbewegungen von Dampfschiffen entgegenzuarbeiten oder um für Kriegszwecke eingleisische transportable Bahnen zu bauen. Denselben Gedanken suchte ich zur Erreichung grösserer Stabilität auf die Luftschiffahrt zu übertragen. Die Zwecklosigkeit der übrigens von andern längst durchdachten Idee zeigte sich gar bald, ebenso unerwartet die Möglichkeit, Luftschiffe zu bauen, welche die vorhandenen weit hinter sich zurücklassen.

Der grösste Feind fortschrittlicher Bestrebungen, ist nicht fremder Widerstand, sondern Uebertreibung, sie lässt den in falsches Fahrwasser geraten, der sich nicht von ihr freizuhalten vermag.

Die Freude an schöpferischem Denken, die Sehnsucht nach Schönheit, der Trieb zur Erforschung der Wahrheit, an den sich die Unbestechlichkeit des Urteils schliesst, formten ein Fahrzeug, das lange Zeit als Typ seiner Art gelten mag. Eingetreten in ein Stadium wissenschaftlicher Arbeit, welches zwangsweise gewollte Erfindungen kaum mehr zulässt, war, um Gutes zu erreichen, geduldig eine gewisse Langsamkeit zu ertragen, die das Werk allmählich zur Vollendung führte; doch ist die Befriedigung umso grösser, je einsamer die Warte war, von der aus neue Quellen Ursprung und Weg fanden, um wachsend mit dem Strom der Zeit als Strom gemeinnützig sich im Meere zu verlieren.

Möge technischer Instinkt und Unternehmungsgeist die Ausführung der Luftschiffe ermöglichen, damit dieselben ihrer friedlichen Aufgabe als Massenverkehrsmittel ebenso gerecht werden, wie ihre technische Ueberlegenheit von entscheidender Bedeutung sein kann in Zeiten ernster Bedrängnis unserer Nation.

Stuttgart, Neujahr 1909.

Der Verfasser.

Es ist falsch, nicht mitzunehmen, was das Leben bietet.

Zum Glück und zur Vollendung führt den wollenden Menschen die Ausnützung seiner Kräfte.

Es gibt wohl kein Gebiet der Technik, das sich eines gleich allgemeinen Interesses erfreuen darf, wie das der Luftschiffahrt. Diesen an sich berechtigten Umstand haben sich viele zu Nutzen gemacht, um alles Mögliche und Unmögliche den Mitmenschen vor Augen zu führen in der gewissen Zuversicht, dass die so interessant aussehenden Behauptungen ohne nähere Prüfung glauben finden. Darin haben Vorstellungen aller Art ihren Ursprung, die nichts weniger als geeignet erscheinen, Klarheit in die für die moderne Zeit so wichtige Frage des Problems der Luftschiffahrt zu bringen. Entsprechend dem soviel Gehörten und Geschriebenen wird geglaubt, dass jahrelange Erfahrungen nötig sind, um auf diesem Gebiete Gutes leisten zu können, auch seien bedeutsame Fortschritte augenblicklich nicht mehr möglich, es sei denn, irgend welche grosse, hierfür bereit liegende Erfindung werde plötzlich gemacht.

Dem ist aber nicht so. Gelingt es jetzt nicht die Luft zu beherrschen, so gelingt es in den nächsten Jahrzehnten ebensowenig. Es handelt sich lediglich darum, die vorhandenen und für die Aufgabe gegebenen Mittel zu erkennen und richtig anzuwenden. Die heutige Industrie liefert alles, was für die Luftschiffahrt wünschenswert erscheint in einem Grade der Vollkommenheit, der zu bewundern ist, sei es zur Herstellung von Flugapparaten, sei es zum Bau von Luftschiffen, wenn auch für die ersteren in beschränkterem Masse. Die andere weitverbreitete Ansicht über die Schwierigkeit der Lenkbarkeit der Fahrzeuge ist ebenso falsch, denn die Lösung dieser Aufgabe ist abhängig von der erreichten Festigkeit und Fahrgeschwindigkeit der Luftschiffe. Je stabiler das Gefüge und je rascher die Fahrt, desto leichter und sicherer die Lenkbarkeit.

Alle vorhandenen Beförderungsmittel von allgemeiner Bedeutung, wie Eisenbahnen, Schiffe, Strassenbahnwagen und auch Automobile weisen übereinstimmend darauf hin, dass die Beförderung der Personen ohne jede Mitwirkung derselben vor sich gehen muss. Dabei ist alles was irgend eine Ablenkung der Aufmerksamkeit der Fahrgäste auf das Beförderungsmittel selbst verursachen könnte ferngehalten, damit sich die Insassen im Gefühl vollständiger Sicherheit und Behaglichkeit befinden. Sie sollen sich den Reizen der vorüberziehenden Natur hingeben oder in Ruhe die Pläne überdenken können, die am neuen Ankunftsort ihrer

Ausführung harren. Die wirtschaftliche Seite verlangt eine Massenbeförderung in der erreichbar kürzesten Zeit, damit allgemeine Unkosten und Zeitverluste auf den einzelnen nicht zu hoch entfallen.

Diese Erwägungen schliessen die Lösung der Aufgabe nach Art des Vogelflugs vorläufig vollständig aus. Selbst gesetzt es gelänge, sich mit einem Flugapparat ebenso leicht in die Luft zu erheben, wie mit einem gasgefüllten Ballon, so würden trotzdem alle derartigen Vorrichtungen stets ein gewisses Gefühl der Unsicherheit hervorrufen, da ein Versagen der Maschinerie unbedingten Absturz zur Folge hätte, wenn dieser auch durch Fallschirmwirkung zu mässigen wäre, denn allein die Vorstellung, sich auf einem Fahrzeug zu befinden, das in seinem Elemente keinen Stillstand kennt, mag beänstigend genug wirken. Die kolossale Flächenausdehnung grosser Flugmaschinen erhöht gegenüber Luftschiffen die Gefahr des Zusammenstosses, ebenso dürfte eine absolut sichere Landung mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft sein, da die Verwundbarkeit der riesigen Arme und Flächen eine recht beträchtliche sein würde.

Der Motorballon hält über der oben offenen Halle, um mittels Spills in kürzester Zeit herabgezogen zu werden. Eine befriedigende Lösung der Massenbeförderung und der so wichtigen Erhaltung der Gleichgewichtslage ist bei dynamischen Fliegern ungleich schwerer zu erreichen als bei Ballonsystemen. Auf jeden Fall würde der Mechanismus kompliziert und damit die Sicherheit gering. Die Statik mit der Dynamik zu verbinden oder immer kleinere Ballons mit immer grösseren Drachenflächen zu versehen ist verführerisch aber nicht praktisch. Die Rechnung ergibt, dass der Ballon keinen Zweck hat, wenn der Drachenflieger vorherrschen soll und umgekehrt sind beim ausschlaggebenden Ballon grosse Flächen nutzlos, wobei der goldene Mittelweg die Nachteile beider Anordnungen vereinigt. Es kann daher Kapazzas Drachenluftschiff „Bayard“ keine zu grossen Erfolge erzielen.

Wenn schon im täglichen Leben, wohin sich das Auge wenden mag die Einfachheit in fast allen Fällen Siegerin bleibt, so muss ihr dieses Vorrecht in bezug auf die Luftschiffahrt erst recht gegönnt sein. Der Weg zum erwähnten Ziele liegt somit auf Seiten der Ballone und nicht der Flugapparate.

Wie immer im Laufe der Zeiten die Anschauungen sich am zähesten erhalten, welche Zeugnis ablegen von der Oberflächlichkeit allgemeiner Denkungsweise, so lässt auch die gegenwärtige intensive Richtung, auf dynamischem Wege das Problem des menschlichen Fluges zu lösen, erkennen, wie leicht man sich mit der einmal gefassten Vorstellung abfindet. Mögen die Anstrengungen in den Kulturstaaten auf dem Gebiete der Aerodynamik noch so energisch sein, mehr als geeignet für Sportzwecke

und lehrreich in wissenschaftlicher Beziehung vermag ich sie nicht zu bezeichnen. Motorrad und Flugmaschine dürften sich jederzeit darin decken, dass beide besondere Anforderungen an die Geschicklichkeit und Geistesgegenwart der Fahrer stellen und damit den praktischen Verwendungskreis sehr einschränken. Man wird es zweifellos aufgeben, gleich dem deutschen Wanderfalkeh an einem Tag nach Afrika hin- und zurückfliegen zu wollen, wie man sich auch von der Zwecklosigkeit 210 km stündlich zu fahren auf der elektrischen Versuchsbahn Mariendorf-Zossen überzeugt hat. Oft werden Möven ins Meer geweht, wie dürfte es da der besten Flugmaschine ergehen, die doch nie in so hohem Masse wie der Vogel qualifiziert sein kann, fliegend die Luft zu durcheilen und vor allen Dingen keinen Instinkt für die Gleichgewichtslage besitzt.

Wenig aussichtsreich erscheint mir der Weg, mittelst grossen Drachenflächen in Verbindung mit Flächenpropellern zu fliegen, um so dem Insektenflug näher zu kommen und wie diese mit ihren oszillierenden Flügeln ohne Anlauf sich vom Erdboden erheben zu können. Die auf- und abschwingenden äusserst raschen Flügelbewegungen der Insekten nachzuahmen ist nicht möglich, da einerseits der Vorgang ein recht komplizierter ist, anderseits aber existiert im Verhältnis zum Gewicht und zur Grösse der notwendigen Flächen kein ähnlich gutes Material. Die grünen unter dem Mikroskop ebenso schön wie interessant aussehenden Flügel einer bestimmten Heuschreckenart wiegen bei einem Inhalt von 1 qcm 0,3 mg. Ein Quadratmeter Fläche gebildet von 10000 Flügeln mit ihrer Unzahl von Versteifungsrippen würde hienach nur 3 g schwer sein, während Stahlblech, das einzige was verglichen werden kann, so dünn wie Seidenpapier, 300 g erreichen würde; man sieht, die Unterschiede sind hundertmal zu gross. Flächenpropeller, wie auch die Flugmaschine Tatorinows, der offenbar reitend auf mehreren durch 30—40 Ventilatoren erzeugten Luftströmen Russland terrorisieren will, haben noch den besonderen Nachteil, dass Regen, Schnee oder dichte Wolken die Tragwirkung bedeutend verringern und so das Fahrzeug zur Einstellung der Fahrt zwingen können.

Es besteht die Ansicht, Deutschland sei durch Zeppelin andern Ländern voraus. Dies ist solange richtig, solange kein praktischeres Fahrzeug gebaut wird, denn die erreichte Fahrgeschwindigkeit ist für die Zeppelin'schen Luftschiffe wohl gross, für die Praxis aber mässig, die Tragfähigkeit ungenügend für eine ernstliche Verwendung im Frieden oder Krieg. Dagegen weiss heute die ganze Welt, dass es möglich ist, starre Luftschiffe zu bauen in so grossen Abmessungen, wie sie, abgesehen von David Schwarz, vor Zeppelin niemand auch nur annähernd ausführte. Nun wurden aber seit etwa 60 Jahren alle Fragen, welche die Luft-

schiffahrt aufwirft, von den verschiedensten Erfindern mit mehr oder weniger hohem Prozentsatz für den einzelnen Fall richtig gelöst, sodass es eigentlich recht schwer ist, irgend etwas Neues zu bringen.

Vielmehr handelt es sich darum, die richtigsten Lösungen unter Verwertung der modernen Hilfsmittel alle zu erkennen und nicht wie seither, grossen Vorzügen womöglich noch grössere Nachteile gegenüberzustellen, eine Aufgabe, die bis jetzt noch keinem Erfinder gelingen sollte. Dennoch kann heute ein lenkbares Luftschiff gebaut werden, das seine Bestimmung grossartig erfüllt.

Frühzeitig unentwegte, wunschlos fortschrittliche Arbeit schafft das Genie.

Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich hauptsächlich in der Art der Versteifung des Tragkörpers, seiner Form und Hülle, der Zahl und Art der Anbringung der Motore und Propeller, der Gondelaufhängung, sowie in ihrer Gasregulierung und Höhensteuerung.

Die Tragkörper sind als solche stabil gebaut und bilden damit das starre System. Bei den halbstarren Ausführungen ist der Ballon auf ein Trägergestell aufgebettet. Das dritte, sogenannte Parseval'sche System verzichtet auf Starrheit des Ballonkörpers sowie auf den Längsträger und wird daher das unstarre System genannt.

Die Form der Luftschiffe ist bald mehr bald weniger verjüngt oder zylindrisch. Die Hülle besteht aus gummiertem Baumwollstoff oder aus Blech. An Seide beziehungsweise Goldschlägerhaut kann des hohen Preises wegen nur in vereinzelten Fällen gedacht werden.

Die Propeller sind meist vorn in der Mitte oder auf beiden Seiten möglichst nahe dem Widerstandsmittelpunkt angebracht, nur wenn andere Gründe die Lage bestimmen, wird hievon abgewichen. Die Gondeln sind entweder starr, besser jedoch unstarr mit dem Ballonkörper verbunden.

Die Gasregulierung erfolgt bei Zeppelin nach Art der Freiballone, bei Parsevall durch Aufpumpen von Ballonnets oder Luftsäcken, deren Funktion die neuen Lungenballons in ganz starren Systemen wesentlich umändern. Verstellbare Aeroplanflächen und Schwerpunktsverlegung durch Einpumpen von Luft oder durch Gewichtsverlegung bewirken die Höhensteuerung.

Alle drei Arten landen. Die Vertreter der unstarren Systeme sehen einen Vorteil in der Möglichkeit die Gasträger auf unbestimmte Zeit durch Entleerung abzutöten, um ebensolange gefahrlos auf Wind und Sturm warten zu können. Solche Opfer fordern die Gesetze nicht, sie wollen vielmehr den Bau eines starren Luftschiffes, verlangen aber, dass es sich, sobald Gefahr in Verzug ist, dahin begibt, wohin es gehört, in die Luft. Leider erfüllen die heutigen starren Fahrzeuge diese Aufgabe nicht. Die keineswegs schwere Lösung verbürgt den endgültigen Sieg über die unstarre Bauart.

Dasjenige Luftschiff, welches bei gleichen Verhältnissen am wenigsten Gefahr läuft, unfreiwillig landen zu müssen oder das sich jederzeit wieder in die Lüfte erheben kann, ist das günstigste.

Allgemeines und Geschwindigkeit.

Die beim Bau eines starren Motorballons in Betracht kommenden hauptsächlichsten Fragen beziehen sich auf die Geschwindigkeit, die Grösse, die Wirtschaftlichkeit, die Form, die Hülle, das Gerippe, die Triebkraft, die Lenkbarkeit, die Massenverteilung, die Leistungsfähigkeit und nicht zuletzt auf die Möglickeit sicher zu landen, wie auf die Betriebssicherheit überhaupt.

72—90 km stündliche Fahrt oder 20—25 m in der Sekunde bei einem mittleren Aktionsradius von 1000 km und einer Luftverdrängung von mindestens 100000 kg sind etwa die an ein brauchbares Luftschiff zu stellenden Anforderungen. Es wäre hienach unter Zugrundelegung einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 75 km stündlich mit vereinzelten Ausnahmen an allen Tagen des Jahres möglich von London nach Paris 400 Personen in 6 Stunden oder in 12 Stunden nach Berlin zu befördern, in 14 Stunden nach Wien und in 30 Stunden nach Petersburg. Selbst eine Fahrt von London nach New-York erscheint mit einem solchen Fahrzeug in 3—4 Tagen ausführbar.

Hohe Geschwindigkeiten zu erreichen, strebt zweifellos jeder Erbauer von Luftschiffen an, doch erst die Neuzeit mit ihren guten und leichten Benzinmotoren gestattet, Maschinen mitzunehmen, die kräftig genug sind, um dem Fahrzeug eine Eigenbewegung von 20—25 m in der Sekunde zu erteilen. Nach der Skala von Beaufort entspricht dieselbe „stürmischem Wind und Sturm“, beziehungsweise „hoher See“ und einem Luftdruck von 50—75 kg auf den Quadratmeter, der hinreichen würde, Frauen am Gehen zu verhindern oder sie umzuwehen. Derartige Stürme kommen auf dem Festland selten vor und sind hauptsächlich an das Meer oder Höhen über 2500 m gebunden.

Geht man von dem Gedanken einer regelmässigen Personenbeförderung aus, so sind solche Geschwindigkeiten unbedingt erforderlich, da sie eine wesentliche Uebermacht über die in der Regel herrschenden Windverhältnisse und damit die Möglichkeit einer Einhaltung der Fahrzeiten garantieren. Diese werden so bestimmt, dass Verspätungen nicht, wohl aber Verfrühungen eintreten können, ein neuer Faktor, der in der Natur der Luftschiffahrt liegt, an den man sich jedoch in angenehmerer Weise gewöhnen wird, als an die eingelederten, staubverschleierten Automobilisten.

Mit Luftschiffen sind stets grössere Entfernungen, möglichst Tagestouren zurückzulegen, damit nur eine höchstens zwei Landungen täglich stattfinden, die immer Zeit in Anspruch nehmen, ähnlich wie die Abfahrt. Wenn überhaupt bei der Luftschiffahrt gefährliche Momente auftreten, so ist es namentlich dann, solange das Fahrzeug mit dem Erdboden irgendwie verbunden ist, ohne ganz in seiner Halle zu sein, ein Gesichtspunkt, der ebenfalls unnötige Landungen nicht gestattet. Je länger die zu durchfahrende Strecke ist, desto grösser wird der Zeitgewinn gegenüber der Beförderung mit Eisenbahnen und desto eher wird eine genaue Fahrzeit eingehalten werden können, da die verschiedenen Luftströme sich öfters gegenseitig ausgleichen.

Ein weiterer Vorteil hoher Geschwindigkeiten ist der der sichereren Lenkbarkeit. Das Steuer nimmt, nur mässig verstellt, sofort bedeutende Drucke auf, durch die der gewollte Richtungswechsel erfolgt. Ebenso wird sich Schnee und Hagel umsoweniger ablagern, je rascher man fährt, auch kühlt der an der Hülle entlang strömende Luftstrom den Wasserstoff entsprechend der Geschwindigkeit und wirkt so einer Ausdehnung entgegen, die stets durch Höhersteigen des Ballons infolge des ständigen Benzinverlustes stattfindet, da es nicht vorzuziehen ist, durch Auslassen von Wasserstoff Luft als Ballast in die beiden Lungenballone aufzunehmen. Hohe Geschwindigkeiten gestatten endlich, Gewitter, die bekanntlich gerne an Höhenzügen oder über Wasserläufen stehen bleiben, zu umfahren, um so der, wenn auch recht geringen Gefahr zu entgehen, bei einer Kreuzung vom Blitze getroffen zu werden.

Formeln zur Berechnung der Geschwindigkeiten eines Luftschiffes gibt es nicht, diese müssen vielmehr empirisch festgelegt werden aus den gewonnenen Zahlen ähnlicher Luftschiffe, dagegen kann die ungefähre Geschwindigkeit des neu zu bauenden Fahrzeuges berechnet werden. Dieses hat eine Gesamtwiderstandsfläche von 335 qm und soll dabei 25 m in der Stunde zurücklegen. Durch geeignetes Zuspitzen der Widerstandsflächen wird der Druck auf dieselben umsomehr reduziert, je grösser die einzelnen Flächen sind. Es bildet sich nämlich vor der senkrechten, bewegten oder angeströmten Fläche ein Kegel von ruhender Luft, der die bewegte Luft keilförmig ablenkt. Er wird durch dieselbe komprimiert und überträgt so den Druck auf die Fläche. Dieser ist bei gleicher Geschwindigkeit auf die Einheit der Fläche um so geringer, je grösser der Kegel und damit die Widerstandsfläche ist. Denkt man sich einen Kegel von 10 m und einen solchen von 20 m Durchmesser, so muss bei diesem die doppelte Menge Luft in Bezug auf die Grundfläche komprimiert werden, wodurch der Druck auf dieselbe verringert wird, da bei gleicher Geschwindigkeit und pro-

portionaler Kegeloberfläche die Kompression grösserer Mengen mehr Zeit in Anspruch nehmen muss, als die der kleineren. Der Vorgang erneuert sich ununterbrochen: „Zeit" kann somit niemals gewonnen werden, es wird daher der Druck auf die grösseren Flächen immer kleiner. Was nun senkrechten Flächen recht ist, ist beispielsweise zugespitzten Formen billig, wenngleich in beschränkterem Masse. Es kann allgemein der Grundsatz gelten:

Der Winddruck auf Körper oder Flächen nimmt mit wachsendem Querschnitt ständig ab, weil der ununterbrochen sich erneuernde Vorgang keine Zeit findet zur gleich starken Pressung der sich bildenden Luftkegel, deren Inhalt in grösserem Verhältnis als ihre Oberfläche wächst.

Hienach und nach den seitherigen Erfahrungen darf man alles in allem die 335 qm Stirnfläche durch 7 dividieren und erhält so, rechnerisch gedacht, 48 qm senkrechte Widerstandsflächen, die unter einem Druck von 75 kg mit 25 m in der Sekunde bewegt werden. Dies entspricht $48 \times 75 \times 25 = 90000$ s/mkg = 1200 PS. Arbeiten die Propeller mit 75 % Nutzeffekt, so sind 1600 PS nötig, um die gewünschte Geschwindigkeit von 90 km zu erreichen. Die vorgesehenen 1600 PS erfüllen somit ihren Zweck, und lassen sogar eine grössere Geschwindigkeit zu, sobald der Nutzeffekt der Schrauben höher oder der Druck auf die Spitze des Luftschiffes geringer wird, als die Rechnung es annahm.

Geschwindigkeiten über 72 km in der Stunde ermöglichen eine regelmässige Personenbeförderung und sichern fast ausnahmslos an allen Tagen des Jahres die Herrschaft über das Luftmeer.

Grösse.

Die Grösse eines Luftschiffes ist gegeben, sobald durch grössere Bauart weitere technische Vorteile nicht erzielt werden und eine genügende Rentabilität gesichert ist, da mit der Grösse die Bedeutung eines Unglücks und die Schwierigkeit des Landens wächst.

Ausnützung aller Vorteile und Rentabilität sind die einzigen Punkte, welche die Grössenwahl beeinflussen dürfen. Wie sollte die Welt am Anfang des 20. Jahrhunderts diese einfachen Tatsachen übersehen! 85800 cbm Inhalt erhält schliesslich der Ballon, selbst wenn mit der Durcharbeitung 50mal kleinerer Luftschiffe begonnen wurde. Um diese 85800 cbm unterzubringen, wird der Ballon bei einem Durchmesser von 20 m 300 m lang. Er verdrängt bei 0° C, 760 mm QS und unter dem 45. Breitegrad 110940 kg und hat nach Abzug von 7720 kg Wasserstoff noch 103220 kg Gesamtauftrieb. Diese zerfallen im wesentlichen in 42000 kg für die Konstruktion des Tragkörpers samt der Blechhülle, in 33220 kg für die Motoren, Benzin, die Gondel, das Personal und Ballast, in 28000 kg für 400 Personen zu durchschnittlich 70 kg oder für Frachten; zusammen 103220 kg Gesamtauftrieb.

So gross das Luftschiff erscheinen mag, so weit übertroffen ist sein Gasinhalt von dem 1892 in East Greenwich vollendeten sechsteiligen Riesenbehälter, der bei einem Durchmesser von 92 m und einer Höhe von 53 m 340000 cbm Leuchtgas fasst. Die Inhaltsveränderung, welche dieses Ungetüm zwischen einer kalten Nacht und einem heissen Tage bloss durch die Wärmeausdehnung des Gases erleidet, kann sich auf 40000 cbm oder nahezu auf den halben Inhalt des Ballonkörpers belaufen. Man sieht daraus, dass eine Schwierigkeit der Herstellung nicht besteht, es ist jedenfalls viel leichter, eine Röhre von 20 m Durchmesser herzustellen, als eine solche von 92 m.

Die Frage, ob ein Luftschiff so gross zu bauen ist, bis alle technischen Vorteile erschöpft sind, wird zweifellos von einem grossen Teil der Fachwelt, wie auch von den Laien verneint; doch was schadet's, wie so oft, hat eben auch diesmal wieder die Allgemeinheit Unrecht. Vom technischen Standpunkt aus lässt sich ja die Frage kritisieren, doch wird sie bei näherer Ueberlegung nicht zu verneinen sein, philosophisch und naturwissenschaftlich betrachtet, hat überhaupt nur die Bejahung Sinn.

Der wesentlichste Grund, grosse Luftschiffe zu bauen, liegt in der erforderlichen Betriebssicherheit, ihr müssen alle Opfer gebracht werden, sie allein vermitteln den Sieg. Wirkliche Betriebssicherheit wird aber nur erreicht, wenn bei genügender Tragfähigkeit für Nutzlasten weder das Gerippe, noch die Hülle, weder die Motoren, noch der Aktionsradius Sparsamkeit erheischen. Hiemit ist aber ganz von selbst ein grosses Fahrzeug gegeben, das ebenso leicht gebaut werden kann, wie die Luftschiffe von Schwarz oder Zeppelin.

Es ist einleuchtend, dass beim Bau eines Ballons von 20 m Durchmesser, der reichlichen Materialaufwand gestattet, keine besonderen Schwierigkeiten auftreten können, gegenüber einem solchen von 13 m Durchmesser, bei dem äusserste Sparsamkeit Haupterfordernis ist. Der gewaltige Unterschied findet seine Erklärung in den verschiedenen Flächeninhalten der beiden Querschnitte. Der Ballon von 24 m Durchmesser hat einen Inhalt von 314 qm, der von 13 m einen solchen von 132 qm, also 2,4 mal weniger, obgleich sich der Durchmesser nur um ein Drittel reduziert oder in anderen Worten: der um die Hälfte grössere Ballon trägt 2,4 mal mehr. Man sagt, es sei nicht möglich, die Zeppelin'schen Luftschiffe unbegrenzt zu vergrössern, wie dies in Aussicht gestellt worden sei, da mit der Grösse die Tragkraft prozentual abnehme. Das wäre der Fall, wenn man nicht den längeren Hebeln beispielsweise durch Einbau weiterer Gondeln begegnen könnte, aber auch ohne dies verbietet die Technik den Bau von Riesenluftschiffen in keiner Weise, da die wirklich starre Bauart stets nur 25 bis äusserst 33 % des Gesamtauftriebs für das Gerippe erfordert.

Nach dem Gesagten wird der spezifische Winddruck bei gleicher Geschwindigkeit um so geringer, je umfangreicher die Fläche ist. Es trägt somit das grössere Fahrzeug nicht allein bedeutend mehr, sondern es fährt auch ohne besonderen Kraftaufwand rascher als das kleinere. Die Geschwindigkeit lässt sich aber, dank der grösseren Tragfähigkeit, durch stärkere Motoren noch ausserordentlich steigern, so dass das grösste Luftschiff unter allen Umständen das rascheste und damit das betriebssicherste und gefahrloseste bleibt.

Eine bisher nicht beachtete und nirgends zum Ausdruck gebrachte Eigenschaft bestimmt grosser Luftschiffe ist die der Vermeidung von Hebelwirkungen, die das Verhältnis der Länge zum Durchmesser des Ballons einschränken und eine Verstärkung des Gerippes bedingen. Ferner fällt eine Wiederholung des Gondelquerschnittes zur Verminderung des Widerstandes weg, wobei sich die Motore so anordnen lassen, dass sie ihr eigener Ballonteil zu tragen vermag. Sie sind daher nicht an die Gondel gebunden, sondern können unabhängig direkt über und

unter dem Ballonkörper anschliessend an die vordere Spitze angebracht werden, was einzig und allein dem theoretisch richtigen Platz entspricht. Unter dem übrigbleibenden zylindrischen Teil des Luftschiffes hängt die Gondel. Es fällt also jeder Hebel und damit jede tote Materialverschwendung zum Ausgleich solcher weg, wodurch die grösseren Luftschiffe in dieser Beziehung sogar einen höheren Prozentsatz der Tragkraft für die Nutzlast erreichen als die kleineren. Dieser Vorteil kann als ausgeglichen betrachtet werden durch den nötigen Mehreinbau von Versteifungen gegen seitlich abliegende Kräfte, die bei der grösseren Länge entsprechend wachsen. Das Fehlen jeder Hebelwirkung gestattet das Zeppelin'sche Verhältnis der Länge zum Durchmesser von $1:10\frac{1}{2}$ auf 1 : 15 zu steigern. Es werden hiedurch 34000 kg Gesamtauftrieb und von diesen 20000 kg Nettoauftrieb gewonnen, ein Umstand, der einzig allein der um die Hälfte grösseren Bauart zu verdanken ist. Wenn man dabei bedenkt, dass die längere Konstruktion die motorische Kraft so viel wie gar nicht erhöht und damit der Benzin- und Wasserstoffverbrauch beziehungsweise die Höhenänderung in bezug auf den Kubikinhalt sehr verringert wird, dann wachsen die Vorteile, welche die Grösse in Fülle bietet, ins Ungeheuere.

Die wichtigsten Höhensteuerungen nützen immer die Länge des Luftschiffes aus, je länger dasselbe ist, desto grösser werden die Hebelwirkungen und desto leichter ist die Längsachse zu verstellen. Aehnlich verhält es sich mit der Seitensteuerung, das längere Luftschiff ist also auch lenkbarer. Ausserdem wird die Steuerung selbst einfacher, da die Höhensteuer dank der grossen Tragfähigkeit und dank der langen Hebel ohne jeden Nachteil wegfallen und durch zuverlässigere Hilfsmittel innerhalb des Ballonkörpers ersetzt werden können.

Die ideale Hülle für ein lenkbares Luftschiff ist aus verschiedenen Gründen eine solche aus Blech. Sie hat gegenüber einer Stoffhülle genügend Vorzüge, um dadurch allein die grösstmöglichste Bauart zu rechtfertigen. Mit dieser verringert sich das Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt quadratisch und damit ähnlich der Einfluss von Temperaturschwankungen. Je grösser der Durchmesser des Ballons ist, desto mehr Zeit erfordert der Inhalt zu seiner Abkühlung oder Erwärmung. Dies ist besonders wichtig und günstig bei langsamer Fahrt oder Stillstand des Ballons, wenn er von der Sonne bestrahlt oder von Wolken bedeckt wird, bald in diese, bald in Dunst und Nebel hineinfährt.

Die Wirtschaftlichkeit wächst mit der Grösse selbstverständlich ganz besonders.

Ohne Zweifel reichen sich deutsche Gelehrsamkeit und Kurzsichtigkeit öfters die Hand. Der Amerikaner ist mehr praktisch und weitsichtig,

als gelehrt, er würde, wie überall so auch bei Luftschiffen, so rasch wie möglich eine Grundform zu finden suchen, die „standard“ wird, um rationell fabriziert und verwertet werden zu können, da fraglos die Zeit gekommen ist, regelmässige Verbindungen von Grossstadt zu Grossstadt einzurichten. Will hiebei die Betriebsgesellschaft nicht Gefahr laufen, Hallen zu bauen, die bald zu klein werden, dann muss sie Klarheit über die für die nächsten zwanzig Jahre zulässige Grenze für die Grösse der Luftschiffe haben. Sie tut also gut daran, von vornherein so grosse Fahrzeuge zu bauen, die dauernd ihre Aufgabe erfüllen können.

Das Riesenluftschiff ist an Betriebssicherheit, Geschwindigkeit, Tragfähigkeit, Lenkbarkeit, Einfachheit, Dauerhaftigkeit, und nicht zuletzt Wirtschaftlichkeit jedem andern Fahrzeug überlegen, wobei es gleichzeitig Höhenänderungen und Temperaturschwankungen weniger unterworfen und am meisten berechtigt ist, „standard“ genannt zu werden.

Wirtschaftlichkeit.

Bei einem Auftrieb von 103220 kg können $^2/_5 = 42000$ kg für Nutzlasten, Personen und Benzin gewonnen werden. Dies ist hinreichend, um Luftschiffsverbindungen mehr als lohnend zu gestalten. Als Beispiel diene der Verkehr Berlin-London-Berlin, zusammen 1800 km Weg, fahrplanmässig in zwei Tagen.

Berlin ab 6 Uhr morgens	London an 6 Uhr abends
London ab 6 Uhr morgens	Berlin an 6 Uhr abends.

Die Pausen sind umso reichlicher bemessen, als in der Regel von den 8 Motoren nur 4 bis 5, höchstens 6 laufen und so stets Zeit genug vorhanden ist, dieselben in bester Ordnung zu erhalten. Bei Windstille oder Fahrt mit dem Winde kann sich die Ankunft um mehrere Stunden verfrühen, Verspätungen gehören zu den Seltenheiten, sie treten erst ein, wenn das Fahrzeug anstatt 900 km mehr als 1600 km Weg zurücklegen muss, also über 500 km zurückgetriebe nwird.

Angenommen sind jährlich 350 Fahrtage, die durchschnittlich trotz der Aequinoktialstürme zweifellos erreicht werden. Je 200 Passagiere I. und II. Klasse zahlen etwa die heutigen Eisenbahnpreise, 80 Mk. und 60 Mk. für die Einzelfahrt, was eine Jahreseinnahme von 9,8 Millionen Mark ergeben würde.

An Ausgaben stehen gegenüber für

Benzin und Oel $1^1/_2$ Millionen Kilogramm . .	Mk.	500000
Wasserstoff 1 Million Kubikmeter	„	500000
Gehälter für 3 Kapitäne und 9 Maschinisten .	„	100000
Abschreibungen und sonstige Unkosten . . .	„	700000
Ausgaben zusammen	Mk.	1800000

Dieser Betrag wird gedeckt durch Vermietung der ungeheueren Reklameflächen der beiden Luftschiffshallen, selbst bei mässigen Preisen und nach Abzug sämtlicher Unterhaltungskosten für die Hallen. Nicht weniger als 20—30000 qm Fläche bietet jede Halle zur kaufmännischen Verwertung, die umso wichtiger ist, da neben der Sehenswürdigkeit ersten Ranges in Zukunft von Luftschiffshallen aus der Hauptfernverkehr bewältigt werden wird.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir erlauben, darauf hinzuweisen, dass der Ausdruck „Luftschiffshafen" ein ungünstiger ist. Der Fremde erkundigt sich viel bestimmter nach den „Hallen" als nach dem See-Schiffs-Handels- oder Lufthafen. Warum sollen wir die Grundverschiedenheit der beiden Medien „Luft und Wasser" nicht weitgehendst durch tunlichst angepasste Bezeichnungen gebührend charakterisieren?

Es liegt natürlich keine Veranlassung vor, so billig oder gar billiger als die Eisenbahnen zu befördern, ebenso ist es nicht nötig, von 24 nur 12 Stunden täglich zu fahren, man könnte vielmehr durch bessere Zeitausnützung und höhere Preise bequem 20 Millionen Mark einnehmen, die sich in Anbetracht der Neuheit, des Mangels an genügenden Fahrzeugen zur Bewältigung des Verkehrs und des bedeutenden Zeitgewinns leicht so steigern liessen, dass in den ersten Jahren jedes Luftschiff etwa 40 Millionen Mark abwirft.

Es werden Luftschiffsaktien einen höheren Kurs erreichen als die Werte irgend einer andern Industrie, selbst wenn nur der zehnte Teil des möglichen Reingewinns verwirklicht würde.

Form.

Während für Freiballons die Kugel das einzig richtige ist, wurden für Motorluftschiffe schon die verschiedensten Formen ausgeführt und vorgeschlagen. Erfolg versprach sich der Franzose Rozze durch die Anordnung zweier Ballone nebeneinander. Elipsenförmige Querschnitte wurden gewählt, um beim Landen die Wirkung des Windes abzuschwächen. Die überwiegende Zahl der Konstrukteure entschloss sich jedoch zur mehr oder weniger länglichrunden Form. Nun ist bekannt, dass konische Pfeile besser fliegen als zylindrische, die besten Flieger, die Schwalben und Möven, haben eine sich verjüngende Gestalt, ebenso ein fallender Wassertropfen, der in gewissem Sinne die Möglichkeit besitzt, während des Falls die zum Durchschneiden der Luft günstigste Form anzunehmen. Versuche mit Modellen, wie sie immer dem Bau von neuen Seeschiffen vorausgehen, würden infolge der Elastizität der Luft, ihrer Fähigkeit rasch hohe Geschwindigkeiten anzunehmen und alsbald Wirbel zu bilden, keine genügende Auskunft geben, da die Formeln fehlen, nach denen die Ergebnisse auf die grossen Ballone übertragen werden können. Die anlässlich eines Wettbewerbs 1903 auf der Seewarte in Hamburg versammelten Konstrukteure von Winddruck- und Windwirkungsmessern verneinten allgemein die Möglichkeit für Bauwerke richtige Schlüsse zu ziehen aus den gesammelten Erfahrungen der Windwirkung auf nachgebildete kleine Modelle.

Eine mässige Verjüngung des Ballonkörpers bedingt eine Querschnittsvergrösserung, die gewiss nicht wünschenswert ist, ihr gegenüber stehen aber neben den genannten Tatsachen die seitherigen guten Erfahrungen mit den französischen Luftschiffen Lebaudy, Patrie, La France und Ville-de-Paris, die eine sich verjüngende schwalbenähnliche oder fischförmige Gestalt hatten. Wie ein dünner werdender Stab aus einem trockenen Sandhaufen leichter herauszuziehen ist als ein zylindrischer oder gar sich verstärkender, so entweicht von allen zweifellos der sich verjüngende Körper am besten der Luft. Auch das sogenannte „technische Gefühl" entscheidet sich unwillkürlich für die Verjüngung. Diese Umstände sprechen dafür, dass der Gesamtwiderstand eines solchen Luftschiffes auf keinen Fall grösser sein wird, als der des mittleren Querschnittes, sondern jedenfalls geringer bleibt gemäss dem Vorbilde, das die Natur in so mannigfaltiger Weise bietet und dank den in der

Knabenzeit beim Bogenschiessen gesammelten Erfahrungen. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil liegt in dem von der Mitte nach vorn gerückten Schwerpunkt der Längsachse, auch hiefür sind Vögel, Fische und Pfeile vorbildlich. Je rascher ein Vogel fliegt, desto weiter sind seine Schwingen und damit der Schwerpunkt möglichst weit nach vorn gelegt, um so ein Ueberschlagen zu verhindern. Eine fischförmige ganz besonders verjüngende Gestalt hatte wenig Erfolg, da sie einen noch grösseren Widerstandsquerschnitt bedingt, dem keine Vorteile gegenüberstehen. Fische können namentlich deshalb nicht in jeder Beziehung zum Vorbilde dienen, weil bei der Starrheit des Ballonkörpers eine Fortbewegung mit seinem hintern Teil, wie dies bei Fischen der Fall ist, nicht in Frage kommt.

All' dies gilt nur für Luftschiffe, deren Länge den sechs- bis achtfachen Durchmesser nicht überschreitet. Jede längere Form enthält schon als solche in der reinen Spindel die notwendige Verjüngung, die deshalb nicht weiter zum Ausdruck gebracht werden kann. Ein Regentropfen nimmt die Form eines Zündholzes nicht an, um so rascher zur Erde zu gelangen, da ihn die Kohäsion der Moleküle daran hindert. Zeppelin hat vollkommen recht, wenn er bei einer Länge gleich dem zehnfachen Durchmesser jede Verjüngung vermeidet, sie scheidet hier erst recht aus, da das Luftschiff bei 20 m Durchmesser 300 m lang wird. Die Form der vorderen Spitze führt den Winddruck auf das geringste Mass zurück, während die abgeflachte hintere Spitze das Entstehen von luftleeren Räumen vermeiden soll, die den Ballon zurückziehen wollen. Bei symetrischer Form fällt der Schwerpunkt mit der Mitte der Längsachse zusammen, weshalb umsomehr zur Sicherung der Stabilität der Höhenschwerpunkt möglichst tief zu legen ist.

Wenn so für kürzere Fahrzeuge die sich verjüngende Form unbedingt als die beste gelten muss, so hat, wie gezeigt, jede Verjüngung bei langgestreckten Formen keinen Zweck mehr, je länger die Gestalt, desto wirtschaftlicher ist aber das Luftschiff.

Hülle.

Ist die Form geschaffen, dann handelt es sich darum, ihr das richtige Kleid anzuziehen. Dieses besteht zur Vermeidung einer Selbstmischung des Wasserstoffs mit der Luft und jeglicher Nachfüllung aus einer gasdichten Hülle einer besonders geeigneten Magnaliumlegierung. Dieselbe übertrifft an Widerstandsfähigkeit gegen Oxydation Aluminium und alle übrigen unedeln Metalle und ist gegen trockene sowie feuchte Luft fast ganz unempfindlich. Zum Schutze gegen innere und äussere Einwirkungen und zur Erreichung intensivster Reflexion wird die Hülle beiderseitig hochglanz poliert. Sie hält unter Voraussetzung strengsten Betriebs mindestens 4—6 Jahre, eine Dauer, die weder von der sogenannten Goldschlägerhaut noch von den besten Stoffhüllen erreicht werden kann, da deren ständig wachsende Gasdurchlässigkeit baldige Erneuerung erfordert.

Die Hülle kann durch einen Zelluloid-Lack vor Trübungen und Oxydationen geschützt werden, so dass die blanke Metallschönheit und deren reflektierende Wirkung dauernd zur Geltung kommt.

Das Material besitzt eine Bruchfestigkeit von 40 kg per qmm, es reichen 21800 qm im Gewicht von 28000 kg einschliesslich 750 kg für Schweissmaterial. Der Preis beträgt rund 100000 Mk. Das Blech wird $^1/_2$ mm stark und hat ein spezifisches Gewicht von $2^1/_2$, der Quadratmeter wiegt 1250 g. Mödebeck schreibt in seinem Taschenbuch für Flugtechniker und Luftschiffer: „Metallbleche als Ballonhüllen haben sich nicht bewährt." Der österreichische Ingenieur David Schwarz war der einzige, der eine Blechhülle so frühzeitig wie möglich in grösserem Massstabe anwandte. Er nahm zum Bau seines zylindrischen vorn sich zuspitzenden Ballons von 41 m Länge und 13—14 m Durchmesser Aluminiumblech in einer Stärke von 0,20 mm.

Die Lenkbarkeit wurde tatsächlich im November 1897 bei einem Winde von $7^1/_2$ m in der Sekunde erwiesen, doch scheiterte das Schiff im Werte von 200000 Mk, da die rechte Windschnecke, deren Treibriemen herabgeweht wurde, stehen blieb. Gute Aluminiumlegierungen kannte man damals noch nicht, ebensowenig eine homogene Schweissung, so dass eine vollkommene Abdichtung nicht erreicht wurde. Die gemachten Fortschritte und der bedeutend billigere Preis gegenüber früher ermöglichen heute ohne besondere Schwierigkeiten die Verwendung

einer Magnaliumhülle. Man ist nicht gezwungen, eine solche anzuwenden, um die nötige Widerstandsfähigkeit gegen den Wind zu erhalten, doch besteht ein anderer weit wichtigerer Zwang, nämlich die Erkenntnis der ungeheueren Vorteile, welche das gasdichte Blech bietet im Gegensatz zu dem Ballonstoff. Dieser ist nach den Vorschriften der königlichen Luftschiffer-Abteilung so zu liefern, dass ein Auftriebsverlust von 10 g per Quadratmeter fertiger Ballon in 24 Stunden nicht überschritten wird; höhere Anforderungen dürfte ohne besonderen Gewichtszuwachs die Technik auch in Zukunft nur schwer erfüllen. Dies bedeutet für das Luftschiff von 85800 cbm Inhalt nach Zeppelin'scher Ausführung einen täglichen Verlust von 300 kg an Auftrieb, so dass es zur Neufüllung spätestens nach sechs Wochen einige Tage ausser Betrieb zu stellen ist. Der in dieser Zeit durch den verlorenen Auftrieb entgangene Gewinn erreicht zuzüglich der Gaskosten jährlich $2^1/_2$ Millionen Mark.

Bei stabilen Systemen mit zahlreichen Innenballons innerhalb der Aluminiumkonstruktion und einer äusseren Ballonhülle um diese herum, kann der so gebildete ringförmige Zwischenraum zur Tragfähigkeit nicht herangezogen werden, wie dies ohne weiteres bei der Blechhülle möglich ist, die übrigens nicht viel schwerer wird, als die an Fläche das zweieinhalbfache erreichenden Stoffhüllen. Diese Nachteile ergeben, unter gleichen Verhältnissen gelinde gerechnet, einen Ausfall von weiteren $1^1/_2$ Millionen Mark. Wer dürfte auf Grund dieser einfachsten Rechnung sich von 9,8 jährlich 4 Millionen Mark entgehen lassen, nur damit das Fahrzeug etwa alten Traditionen zuliebe eine gasundichte und ja keine gasdichte, eine feuergefährliche und ja keine feuersichere Umhüllung habe, eine solche, die Strömungen des Gases bei Schwingungen und diese selbst verursacht, anstatt sie zu vermeiden, die Wärmestrahlen absorbiert, anstatt reflektiert, eine Hülle, die sich weder zur Versteifung des Gerippes heranziehen noch sich von diesem gegen Schwingungen dämpfen lässt, eine Hülle, deren Reissfestigkeit klein, anstatt gross ist, und die endlich, neben anderen Nachteilen, geringe Lebensdauer liebt, um nicht alt zu werden.

Ursache der „Zeppelin"-Katastrophe war jedenfalls die Entzündung des entstandenen Knallgases durch atmosphärische Elektrizität. Dasselbe ist an lecken Stellen der äusseren Hülle, die aus imprägnierter Leinwand bestand, entwichen und wurde durch elektrische Funken, die aus dem Metallgerippe nach den Bäumen übersprangen, entzündet.

Die beste Abwehr derartiger Vorfälle ist die Vermeidung des Ringraums, in dem sich infolge der Diffussion und infolge undichter Stellen Knallgas bilden kann. Die Hüllen der Gasträger so dicht zu

machen, dass keine Diffussion mehr möglich ist, dürfte anders als durch Blechhüllen nicht möglich sein. Vorsichtsmassregeln allein, wie die Anbringung langer gutleitender Drähte, die einen noch etwa vorhandenen Ueberschuss an freier Elektrizität mit der Erde zum Ausgleich bringen, bevor die Gasträger in die Nähe kommen, genügen nicht.

Die Anwendung einer Blechhülle steigert somit auf alle Fälle die beiden Hauptfaktoren, Betriebssicherheit und Rentabilität wesentlich.

Die Verbindung der einzelnen Tafeln erfolgt nach einem neuen, autogenen Schweissverfahren mittelst eines vorzüglichen Flussmittels, erfunden von einem Schweizer Chemiker in Paris. Die homogene Schweissung garantiert vollkommene Dichtung. Ein Leckwerden der Blechhülle an sich ist ausgeschlossen, wird aber begünstigt durch ungeschickte Konstruktion des Gerippes und unzweckmässige Anordnung der Hülle selbst. Zeppelin soll ursprünglich gleichfalls die Anwendung einer Aluminiumhülle beabsichtigt haben, doch gab er den Gedanken auf, offenbar, weil seine Bauart zu schwer wurde und jedes gute Flussmittel zum Schweissen der Blechtafeln fehlte.

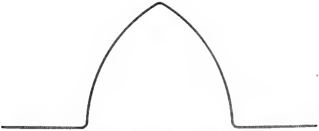
Das eifrige Bestreben, die Hülle im Verhältnis zum Kubikinhalt so klein wie möglich zu machen, wurde belohnt wie nie zuvor. Zeppelin benötigte für 1,7 cbm Inhalt noch einen Quadratmeter Hülle, eine Fläche, die jetzt hinreicht, 4 cbm sowohl gegen die Aussenwelt als auch gegen Bestrahlung abzuschliessen. Die Stoffhülle nimmt die Wärmestrahlen in geradezu entsetzlicher Weise auf, während die glänzende, weisse Blechhülle sie zurückwirft und so auch in dieser Hinsicht umsomehr überlegen ist, als die geringe Oberfläche bei normalen Verhältnissen eine bedeutende Erwärmung des Gases infolge Bestrahlung überhaupt nicht zulässt.

Konnte David Schwarz zu einer Zeit, die weder gute Aluminiumlegierungen bot, noch irgend ein Schweissverfahren kannte, es wagen, eine Blechhülle anzuwenden, so wird dies heute umsomehr Recht und Pflicht, als die leichten Motoren gegenüber früher einen Mehraufwand an Material für die Hülle zulassen. Schwarz hatte bei 0,20 mm Stärke pro Quadratmeter Fläche eine Festigkeit von etwa 25 kg, gegenüber 40 kg heute bei 0,50 mm Stärke, konnte weder schweissen noch die Tafeln in den gegenwärtigen grossen Abmessungen erhalten. Damit die Hülle keine besonderen Beanspruchungen infolge Temperaturunterschiede auszuhalten hat, wird das Gerippe, soweit nötig, aus dem gleichen Material angefertigt. Hülle und Gerippe wiegen zusammen 42000 kg, die in 39500 kg Magnalium und an besonders geeigneten Stellen in 2500 kg Stahl zerfallen.

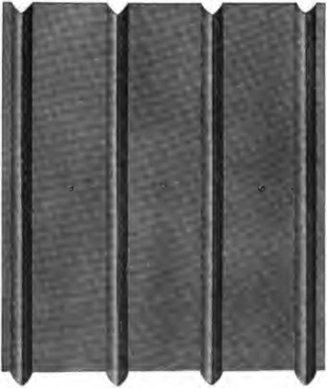
Milliardenfach zeigen uns Blätter und am ausgeprägtesten Insekten-

flügel, wie die Einteilung grosser dünner Flächen in kleine Felder durch Versteifungsrippen nicht allein ein festes Gefüge bei leichtestem Gewicht bewirkt, sondern auch erreicht wird, dass die kleinen Flächen als solche das Ganze wesentlich versteifen. Doch keiner fand Musse und Zeit, diese sich täglich seinem Auge aufdringende Tatsache näher zu betrachten und rückschliessend auf die Luftschiffahrt zu übertragen.

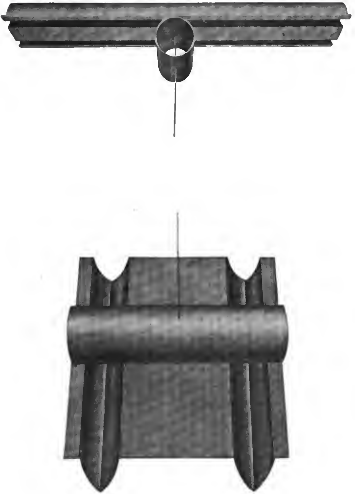
Es mag für die Anhänger der Flugmaschinen ein köstlicher Gedanke sein, dass die Ballontechniker einfach einen grossen Insektenflügel zum Zylinder wölben, um gasgefüllt totsicher zu fliegen.



Profil der Längsrippen in natürlicher Grösse



Hülle von aussen gesehen



Blechhülle mit Versteifungsring und Stahldraht



Fig. 1

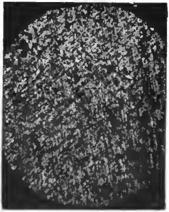


Fig. 2

Gerippe.

Das Gerippe ist der wichtigste und das Hauptgewicht beanspruchende Teil, eine kleine Vervollkommnung spielt eine bedeutende Rolle, weshalb in der Wahl der Mittel eine ganz besondere Sorgfalt angewandt wurde. Nach und nach vereinfachte sich die Konstruktion derart, dass selbst dem Laien die Berechnung keine grossen Schwierigkeiten mehr macht. Analog dem Insektenflügel, dessen äusserst feine Haut durch eine Unzahl von Versteifungsrippen zu einem ganzen und wunderbar festen Gebilde entwickelt wird, wurde die Hülle mehr und mehr Versteifungsgerippe selbst. 300 Längsrippen sind gleichmässig auf die ganze zylindrische Länge des Ballonkörpers direkt aus dem Blech der Hülle nach aussen herausgewalzt verteilt, sie greifen so weit als möglich auf die beiden Spitzen über und haben einen spitzbogenförmigen Querschnitt von 50 mm Grundbreite und 42 mm Höhe bei einer Stärke von 0,5 mm. Das Magnaliumblech wird 280 mm breit und 125—250 m lang bezogen. An Ort und Stelle erhält jeder Streifen in der Mitte der Länge nach das gotische Profil eingewalzt, hierauf werden die rechts und links angegliederten 75 mm breiten Streifen mit denen der andern Rippen zu einem Vieleck von 20 m Höhe ohne Schwierigkeit homogen verschweisst. Das aus 300 Seiten gebildete Prisma entspricht in Wirklichkeit einem absoluten Zylinder, die Versteifungsrippen wiegen allein 10000 kg = $^1/_3$ des Gewichts der Hülle. Damit dieselben voll und ganz zur Ausnützung kommen sind 151 Versteifungsringe in Entfernungen von 153 cm angeordnet, von denen jeder dritte Ring 300 Speichen nach Art der Fahrradkonstruktion erhält. Die Felge wird gebildet von Magnaliumrohren 80 mm Durchmesser und $1^1/_2$ mm Wandstärke. Der laufende Meter wiegt 950 g oder der ganze Ring 60 kg, 48 kg wiegen die Speichen 1,6 mm Durchmesser, aus hart gezogenem Gusstahl-Federdraht mit einer Bruchfestigkeit von 250 kg per qmm.

Um den Draht gegen Rost zu schützen wird er verzinnt. Bevor ein derartiges Rad bricht, darf es durch Ueberdruck auf 125000 kg Zug beansprucht werden, alle 151 Räder lassen rund $7^1/_2$ Millionen Kilogramm zu, weitere 15 Millionen Kilogramm verträgt die Hülle, so dass erst ein Ueberdruck von mehr als 100 cm Wassersäule den Ballon sprengen würde. Bei Stoffballons beträgt der normale Druck 2 cm, sie platzen bei 25 cm Wasserdruck. Die verschiedenen Ausdehnungskoeffizenten

der Stahldrähte gegenüber den Magnaliumröhren werden ausgeglichen indem man die Drähte in federnde Ringe einhängt. Der Materialwert der 151 Ringe und Räder beträgt etwa 50000 Mk., die Montierungskosten 25000 Mk.

Die Ringe haben somit die Aufgabe dem Ballonkörper seine zylindrisch starre Form zu geben, ihn gegen Ueber- und mässige Unterdrucke zu schützen, ebenso die Hebel der Längsrippen möglichst klein zu machen, damit diese gegenüber Beanspruchungen im vertikalen wie horizontalen Sinne des Ballonkörpers besonders widerstandsfähig werden. In gleicher Art wirken sie der horizontalen Beanspruchung auf Stauchung entgegen, die beim Fahren in der Luft durch den Luftwiderstand vorn und durch die Reaktion der Propeller hervorgerufen wird, endlich schützen speziell die Räder den Ballonkörper gegen Deformationen infolge äusserer Stösse.

Die Magnaliumrohre werden jedenfalls geschlagen von einer Holzkonstruktion, die billig ist und mit der sich leicht grosse Hebel erzielen lassen, die Beanspruchungen entgegenstehen und damit den Wert des Holzes besonders erhöhen. Es dürfte sich zusammengeleimtes, zähes und elastisches Fichtenholz bewähren das lufttrocken nur 500 kg per Kubikmeter wiegt. Die gegebene Konstruktionsform ist die eines offenen gleichseitigen Dreiecks, dessen Grundlinie mit manchen Vorteilen von der Hülle selbst und namentlich von den 300 Versteifungsrippen gebildet wird, die auf die kurze Länge von etwa 30 cm ausserordentlich stark sind.

1000 m = 1000 kg Rohre dienen zur weiteren Versteifung gegen Biegungen der vertikalen Axe, die nur unbedeutend sind, da infolge der Grösse jede Hebelwirkung vermieden wird. Wie bedeutend eine solche wäre, ergeben die Biegungsmomente von jeweils 600000 mkg an drei Stellen, sobald man sich die Lasten in vier kürzeren Gondeln verteilt denkt.

Statt Magnalium kann für die Hülle auch eine Chromaluminiumlegierung angewendet werden, die statt $2^{1}/_{2}$ ein spezifizisches Gewicht von 3 besitzt, dafür aber manchen praktischen Vorzug aufweist, so z. B. den höherer Zugfestigkeit und grösserer Zähigkeit bei gleich gutem Widerstand gegenüber atmosphärischen Einflüssen.

Versteifungsringe, -räder und -rohre teilen samt den Längsrippen und den besonderen Verstärkungen der beiden Spitzen die Hülle in 100—200000 Felder ein, die dadurch in Uebereinstimmung mit dem Vorbilde der Natur zu einem sehr grossen Teil gleichzeitig Gerippe selbst wird.

Schweissung.

600 beziehungsweise 1200 Streifen Blech bilden zusammen eine Schweisstrecke von rund 90 km. Unter Voraussetzung geeigneter Einrichtungen kostet der Meter Mk. 1.—, die ganze Arbeit somit Mk. 90 000.—.

Es handelt sich darum eine Verbindung zu erreichen, zu der absolut kein Fremdmetall verwendet wird, so dass eine sogenannte „elektrische Lokalaktion" unter keinen Umständen eintreten kann oder anders ausgedrückt, muss die Schweissnaht sowohl in chemischer als auch physikalischer Hinsicht genau die Eigenschaften des Magnaliums beziehungsweise Chrominiums aufweisen.

Die Schoop'sche Erfindung hat dieses Ziel erreicht, wie dies technologische und mikrophotographische Prüfungen unzweideutig beweisen. Die vom offiziellen Institut: Laboratoire du Conservatoire nationale des Arts et Métiers in Paris aufgenommenen Vergrösserungen von Strukturgebilden zeigen in Fig. 1 an geschweisstem und in Fig. 2 an ungeschweisstem Aluminium die Vollkommenheit der Schweissmethode. Zerreissproben ergaben aufs deutlichste, dass durch die Schweissung nicht nur keine Schwächung des Arbeitsstückes bewirkt wird, sondern dass geschweisste Stellen sogar eine grössere Festigkeit aufweisen, als ungeschweisste, sobald sie nur nach der Schweissung mit dem Hammer bearbeitet worden sind. Kontraktion und Bruch treten immer neben der Schweissstelle auf.

Die zur Aufklärung über die beste Art das Luftschiff zu schweissen nötigen Versuche hat die Aktiengesellschaft für autogene Aluminiumschweissung in Zürich bereitwilligst ausgeführt und in liebenswürdiger Weise die beiden Abbildungen zur Verfügung gestellt, während die Aktiengesellschaft Carl Berg in Eveking ihre vorzüglichen Legierungen lieferte.

Alles zu einem einzigen homogenen Körper zusammengeschweisst bildet so der Ballonkörper ohne jede Materialverschwendung ein Gefüge, das die grösste Garantie für absolute Gasdichtheit bietet und dessen Widerstandsfähigkeit weder senkrecht noch seitlich wirkende Kräfte zu brechen vermögen, mag das Verhältnis vom Durchmesser zur Länge noch so gross sein.

Triebkraft.

Direkt am Luftschiffskörper befestigte Benzinmotore in Verbindung mit Propellern bewegen das Luftschiff. Der Platz ist, wie seit 1884 bekannt, zur Steigerung der Längsstabilität möglichst weit nach vorn zu legen, damit der Ballon nicht geschoben sondern gezogen werde. Bei symetrischer Anordnung der Schrauben in bezug auf die Längsachse wird die Spitze durch Strömungen oder Luftstösse vom eigentlichen Weg abgelenkt, ähnlich wie dies bei jedem Wagen der Fall ist, der anstatt an seiner Deichsel gezogen von hinten geschoben werden muss. Die Zugkraft der Propeller muss im Querschnittsmittelpunkt des Fahrzeuges vereinigt sein, wenn anders Stampfbewegungen nicht verursacht werden sollen. Dies in praktischer Weise zu erreichen war nur durch Anbringung der Motore wie unterhalb so auch oberhalb der Ballonhülle möglich, welche in der Umgebung der Propeller und Maschinen besonders geschützt wird. Auch werden die Auspuffgase weit genug von der Hülle abgeleitet, um weder diese noch den Wasserstoff gefährden zu können. Es fällt so die Resultierende der Schrauben genau mit dem Widerstandsmittelpunkt zusammen, ohne dass dieselben seitlich über den Ballonkörper hinausragen, wodurch sie gegen Verletzungen geschützt sind und gleichzeitig sämtliche Axen besonders kurz werden. Ebenso werden die für die Insassen infolge des Surrens der Propeller entstehenden Unannehmlichkeiten durch die besondere Lage so gut als möglich gehoben.

Ausgehend von dem Gedanken, dass die empfindlichen Explosionsmotore nie die staunenswerte Betriebsicherheit einer Dampfmaschine oder gar einer Dampfturbine erhalten, wurde dieselbe Sicherheit ins Auge gefasst, wie sie überall von Einrichtungen verlangt wird, die Menschenleben gefährden können. Der Stillstand eines Motors lässt sich mit dem Bruch des Seils eines Personenaufzugs vergleichen. Aehnlich wie bei diesem dreifache Reserve vorhanden sein muss, ähnlich ist zu verlangen, dass das lenkbare Luftschiff seiner Eigengeschwindigkeit praktisch nie beraubt werden kann, damit es nicht als Freiballon zur Landung gezwungen werde. Vier Paar Motore zu 200 PS = 1600 PS, entsprechen bei einem Wert von Mk. 200000.— der Kraft zweier Schnellzugslokomotiven, die zwei Züge von 225 t Gewicht auf wagrechter Strecke mit 90 km st Geschwindigkeit befördern.

Das Maschinengewicht spielt bei der Grösse des Luftschiffes keine

bedeutende Rolle, mehr Wert wurde auf gefahrlosen, sicheren Gang, grosse Betriebsdauer und sparsamen Benzin = und Oelverbrauch gelegt, ein Motor wiegt betriebsfähig 1000 kg, alle 8 Motore somit 8000 kg = 5 kg für die Pferdestärke.

Die Motore ragen senkrecht zur Längsachse des Luftschiffes mit den zugespitzten Kühlern frei in die Luft. Ihre Wellen treiben direkt mittelst Kegelräderpaaren je zwei Schrauben. Die Einschaltung je eines weiteren Kegelrades mit Sperrgetriebe ermöglicht den Rückwärtsgang, sei es um den Ballon zu steuern, sei es um ihn wirksam zu bremsen. Der Motorabstand von der Ballonhülle beträgt wechselweise 50 und 200 cm, damit die Propeller in zwei verschiedenen Ebenen liegen und so wesentlich näher hintereinander geschaltet werden können. In einem Fall sind die Motorwellen 220 cm, im andern 420 cm lang. Ein Zug besteht aus 4 Maschinen mit 8 Propellern in Entfernungen von je 20 m. Die beiden Züge werden somit je 60 m lang und samt allem Zubehör von ihrem eigenen Ballonteil getragen, ohne dass besondere Hebelwirkungen auftreten können. Der Abstand der in gleicher Ebene liegenden Schrauben beträgt 40 m er ist hinreichend, um der aufgewirbelten Luft genügend Zeit zu ihrer Verteilung zu lassen. In der Regel laufen jedoch nur 4 oder 5 selten 6 Maschinen, um so während der Fahrt die stillstehenden auf die Betriebsicherheit zu prüfen oder auch um Reparaturen ausführen zu können, ohne dass die Geschwindigkeit verlangsamt werden müsste.

Gleichzeitig können alle Motore häufig genug zu ihrer Abkühlung abwechselnd ausser Betrieb gesetzt oder in ihrer Kraftabgabe vermindert werden, so dass der verlorene Vorteil des Automobilmotors, sich von Zeit zu Zeit erholen zu können, wieder gewonnen wurde. Ersatzteile sind umso bequemer und reichlicher mitzuführen als die Maschinen unter sich vollständig gleich sind, dasselbe trifft auch bei den Schrauben zu, für die samt der Konstruktion 2000 kg Material vorgesehen sind. Gedacht wurden drei Flügel von besonderer Ausführung. Es ist neben gutem Nutzeffekt hauptsächlich darauf zu achten, dass eine Explosion der Flügel infolge der bedeutenden Zentrifugalkraft ausgeschlossen ist.

Die Motore sind in 75 m lange, 0,8 m breite und 2,2 m hohe Kajüten eingebaut. Diese dienen zur Aufnahme der Hilfs- und Messapparate, sowie des Personals, das von hier aus das Fahrzeug leitet. Durch den Luftwiderstand und durch die Reaktion der Propeller tritt eine horizontale Beanspruchung des Ballonkörpers auf Stauchung ein, der neben den Versteifungsringen und -rippen die Kajüten in besonders günstigem Masse entgegenwirken. Ein durch den Ballon geführter senkrechter Schacht verbindet die beiden Kajüten. Als Wert für die Schrauben und Kajüten samt dem Schacht dürften Mk. 120000.— angesetzt werden.

Nach dem Gesagten erreicht das Luftschiff unter Berücksichtigung sämtlicher Widerstandsflächen bei einem Nutzeffekt der Schrauben von 75% eine stündliche Geschwindigkeit von

55 km	mit	2	Maschinen
70 „	„	4	„
80 „	„	6	„
90 „	„	8	„

Eine bessere Wirkung der Propeller ist freilich unwahrscheinlich, dagegen kann der Widerstand des Luftschiffs geringer werden, als die Rechnung es annahm, ebenso lassen sich die Motore zeitweise auf 1800—2000 PS steigern, so dass 100 km stündliche Fahrt als äusserste und immerhin bemerkenswerte Leistung gemessen werden dürften. Rechnet man die 150 km hinzu, die kürzlich der Freiballon „Augusta II" in einer Höhe von 2250 m zurücklegte, dann sehen wir den Motorballon mit 250 km stündlich dahinschwimmen, einer bisher unbekannten Raschheit und — in den Lüften fährt der Jüngling mit tausend Schrauben, anbetend neuer Zeiten Morgenrot.

Zeppelin hat sich für hohe Tourenzahl und kleine Durchmesser der Propeller entschieden. Die Brüder Orville und Wilbur Wright, welche im vorigen Jahre das absprechende Urteil glänzend widerlegten, das in früherer Zeit leichten Herzens gegen sie gefällt worden ist, nehmen grosse Schrauben mit geringerer Umdrehungszahl. Beide Arten haben sich bewährt. Zeppelin fuhr mit der bisher unerreichten Geschwindigkeit von 55—60 km stündlich; während bei näherer Betrachtung der grossen Arbeit der Gebrüder Wright die Grenze menschlicher Erkenntnis unmittelbar vor uns steht, haben diese sich als erste mit ihrem vollendeten ballonfreien Apparat die Meisterschaft im Fliegen erworben. Explosionen eines Schraubenflügels kamen schon wiederholt vor, es ist daher gut, tunlichst grosse Propeller zu nehmen, damit sie so wenig wie möglich von der Zentrifugalkraft in Anspruch genommen werden. Wie der Arzt den Kranken mit den eigenen Parasiten heilt, so benützt Parseval die Zentrifugalkraft selbst um durch eingenähte Gewichte Stoffflächen zum Propeller zu spannen, er erhält dabei freilich ohne weiteres grosse Durchmesser bei geringer Tourenzahl.

Dasjenige Fahrzeug, dessen Triebkraft im Widerstandsmittelpunkt möglichst weit vorn angreift, ist das ruhigste betriebsicherste und rascheste, sobald eine mehrfache Reserve nicht allzuleichter Motoren vorhanden ist.

Lenkbarkeit.

Die Luftschiffahrt unterscheidet im Gegensatz zu allen anderen Beförderungsmitteln zwei Arten der Steuerung. Der freie Luftraum kennt keine Strassen von bestimmter Ebene, er gestattet, das Luftschiff wie seitwärts so auch auf und abwärts zu steuern. Für Friedenszwecke genügt fast immer ein Höhenunterschied von 1500 m, während der Krieg jetzt 2000 und später 3000 m verlangen wird. Die erreichbar höchste Höhe des Motorluftschiffs wird von vornherein bestimmt, sie bleibt wesentlich unter der des Freiballons zurück und dürfte 3000 m nicht überschreiten.

Am 15. September 1862 stieg James Glaisher in Wolverhampton auf, er schreibt hierüber:

„Um 1 Uhr 39 Minuten erreichten wir 6437 m, d. h. die Höhe des Chimborasso. Das Thermometer zeigte 13° C unter Null. Wir warfen rasch Sand aus und zehn Minuten genügten uns, um weiter bis zur Höhe des Dawalagiri aufzusteigen. Eine Kälte von 19° C umgab uns. Kaum dreiviertel Stunden früher hatten wir noch auf fester Erde die milde Luft geatmet, um derentwillen Altenglands Herbsttage so gepriesen werden. Bis jetzt hatte ich meine Bemerkungen ohne Schwierigkeit niedergeschrieben, während meinen Begleiter die Kräfte zu verlassen begannen. Es dauerte jedoch nicht lange, so ward es mir selbst unmöglich, die Quecksilbersäule des Thermometers, die Zeiger der Uhr oder die Gradteilungen irgend eines meiner Instrumente zu erkennen. Ich wendete meine Aufmerksamkeit von neuem dem Barometer zu. Aber es galt alle Energie der Seele gleichsam im Auge zusammenzudrängen, bis ich mich endlich aus dem Stande des Instrumentes überzeugte, dass wir die ungeheure Höhe von 11000 m oder 36672 Pariser Fuss erreicht hatten.

Erschöpft wollte ich mich mit dem rechten Arme auf den Tisch stützen. Ich vermochte es nicht. Dieser Arm, der soeben noch seine ganze Stärke besass, hing machtlos, wie gebrochen herab. Ich versuchte den linken Arm zu gebrauchen; er war in gleicher Weise gelähmt. Ich suchte nun den Körper zu bewegen, und dies vermochte ich wirklich bis zu einem gewissen Punkt, wiewohl ich eine gewisse Empfindung hatte, als besitze ich keine Glieder mehr. Sofort richtete ich die Blicke wieder auf das Barometer; allein während mein Auge noch die Ziffern

suchte, sank mir der Kopf auf die linke Schulter, und mein Rücken lehnte am Rande der Gondel. Es war klar: die Lähmung griff weiter um sich. Hatte ich mich bis dahin stets noch wenigstens über alle Bewegungen des Rückgrats und des Halses vollkommen Meister gefühlt, so war ich nun jedweder, auch der leichtesten Regung unfähig geworden. Coxwells Gestalt verschwamm mir zum Schatten, und als ich versuchte, mit ihm zu sprechen, versagte selbst die Zunge den Dienst. Gleich darauf umhüllte mich dichte Finsternis; der Sehnerv hatte seine Kraft verloren. Dennoch besass ich die vollste geistige Klarheit, und mein Hirn war ebenso tätig als jetzt, da ich diese Zeilen schreibe. Ich glaubte, nur ein augenblickliches Verlassen der todbringenden Regionen könne mich retten. Zugleich drängte sich eine Menge anderer Gedanken heran, plötzlich aber verdunkelte sich mein Bewusstsein, wie wenn ein tiefer Schlaf mich umfinge. Vom Gehörsinn kann ich nicht sprechen: denn das Schweigen, welches in jenen Regionen herrscht, ist ein so tiefes, dass kein Laut mehr das Ohr erreicht.

Meine letzte Notiz machte ich 1 Uhr 54 Minuten in einer Höhe von 36632 Pariser Fuss. Ich glaube es vergingen ein oder zwei Minuten, ehe meine Augen aufhörten, die kleinen Einteilungen des Thermometers zu sehen, und es war sonach höchst wahrscheinlich 1 Uhr 57 Minuten, als ich in den Schlaf versank, der ewig sein konnte.

Plötzlich hörte ich die Worte „Temperatur" und „Beobachtung". Ich merkte, dass Coxwell mit mir sprach. Aber ihn zu sehen, vermochte ich nicht, und noch weit unmöglicher war es mir, ihm zu antworten oder mich zu bewegen. „Versuchen Sie es jetzt!" rief er mir zu, „versuchen Sie es!" Ich erkannte nun undeutlich die Instrumente, bald auch die andern Gegenstände, und jetzt erhob ich mich schwer und langsam, wie wenn ich einen Alp von mir abschüttelte. „Ich war ohnmächtig geworden," sagte ich. „Allerdings," antwortete Coxwell, „und es hätte nicht viel gefehlt, so wäre ich es auch geworden." Er erzählte mir nun, dass er den Gebrauch seiner Hände verloren, und dieselben waren in der Tat fast schwarz geworden. Ausser stande sich seiner Hände zu bedienen, muss er sich auf den Ellbogen in die Gondel herabgleiten lassen, und als er mich hier zurückgelehnt sitzen sieht, in den Zügen den Ausdruck heiterer Ruhe, glaubt er, ich sammle mich eben, und redete mich an. Aber ich schweige; mein Kopf und meine Arme hängen herab; ich liege in tiefer Ohnmacht.

Unsere Landung fand auf einer prairieartigen Wiese bei Coldweston, 7½ englische Meilen von Ludlow, statt, wir fielen mit einer Geschwindigkeit von 610 m in der Minute. Wenn ich nun die Höhe zu berechnen suche, in welcher eine Temperatur von fast 25° C unter Null herrschte,

finde ich die Ziffer von 11 277 m oder etwa 34750 Pariser Fuss." Berson und Süring lasen am 31. Juli 1901 in einer Höhe von 10250 m 40° C. ab, während Registrierballons 70° kalte Luft in rund 20 km Höhe antrafen.

Mit Motorluftschiffen sind Höhen über 3000 m günstigsten Falls unter Preisgabe der Gasfüllung zu erreichen, werden jedoch nie praktisch, da zu rein wissenschaftlichen Zwecken Frei- und Registrierballons oder Drachen vollauf genügen.

Die Seitensteuerung erfolgt genau, wie beim Dampfschiff durch Verstellen eines mit Ramiestoff überzogenen Rahmens. Dieser kann starr oder auch federnd gewählt werden. Von jeder Kajüte aus lässt sich das Steuer mittelst Drahtseilen betätigen, doch kann eine Verstellung auch unmittelbar von der Gondel aus erfolgen. Das Steuer beginnt unter der Mitte des hinteren Endes des zylindrischen Teils des Luftschiffskörpers, schliesst sich direkt an die Spitze der Gondel an und endigt mit dem Gondeldach. Die Lage ist absolut frei, preisgegeben der vollen Wirkung des Windes, sie deckt sich mit der Anordnung des berühmten lenkbaren Luftschiffes „La France", 1884 erbaut von den beiden französischen Hauptleuten Renard und Krebs.

Höhensteuer sind durch einfachere Vorrichtungen zu ersetzen, die unabhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges arbeiten. Eine Schrägstellung des Schiffes, um auf- oder abwärts zu fahren, bewirkt lediglich die Verstellung des Schwerpunktes der Längsachse, doch kann ein Steigen oder Sinken des Fahrzeuges neben Temperatureinflüssen durch Auswerfen oder Aufnahme von Ballast, veranlasst werden, letzteres geschieht durch Einpumpen von Luft in Ballonnets, durch Schöpfen von Wasser, am raschesten wirkt aber das Auslassen von Wasserstoff.

Bei Luftschiffen der beschriebenen Grösse wird in der Regel die einmal angenommene Höhenlage beibehalten, sie erfährt eine Aenderung nur durch den fortwährenden Benzinverbrauch und eventuell durch äussere Einflüsse. Ballastmitnahme ist ebenso in ganz unbedeutendem Masse erforderlich, umsoweniger als je einige 1000 kg Ersatzteile und Mundvorräte für 400 Personen mitgeführt werden, die schlimmstenfalls je nachdem eine mehr oder weniger entbehrliche Last darstellen.

In Berücksichtigung dieser Verhältnisse wird als Ballast lediglich Benzin und Oel angesehen. Errechnet sich für die Fahrt Berlin-London ein Verbrauch von 4000 kg, dann dienen weitere 4000 kg als Reserve zur Regulierung des Schwerpunktes und zur Verstellung des Luftschiffs.

Vier Magnaliumbehälter 20 m lang, 430 und 434 mm Durchmesser, im Gewicht von 600 kg nehmen 8000 kg Benzin auf. Die Behälter sind auf die beiden Spitzen verteilt, innerhalb derselben oben und unten der

Länge nach angebracht. Mindestens je eine 240 m lange Leitung von 77 und 80 mm Durchmesser verbindet unter sich die Behälter, während besondere Leitungen zu den kleinen Gefässen führen, die, wie die Oelbassins, direkt bei den Motoren stehen und diesen für die Dauer einer Stunde unter gleichem Drucke Brennstoff zuführen.

Zwei Luftdruckgefässe treiben mittelst Ueberdrucken Benzin von einer Spitze zur andern, um so den Schwerpunkt der Längsachse auszugleichen und dieselbe stets wagrecht zu erhalten oder aber um sie zu verstellen, sei es zur Einleitung von Höhenfahrten, sei es um zu landen. Ein einfaches Ventil ersetzt somit die verwundbaren Höhensteuer mit ihren langen Drahtzügen. Das Luftdruckprinzip ist identisch mit dem Sinn der Westinghouse-Luftdruckbremse für Eisenbahnzüge, die sich schon 100000fach bewährt hat. Ohne Schwierigkeit lassen sich sekundlich 50 kg Benzin zur entgegengesetzten Spitze treiben, sodass eine Neigung der Längsachse rasch genug erzielt wird. 10% Abweichung von der Geraden innerhalb einiger Sekunden genügen fast immer. Bei 75 km Fahrt und 10% Neigung steigt oder fällt das Luftschiff sekundlich um rund 2 m; die 300 Längsrippen geben auch dem verstellten Fahrzeug eine gewisse zwangsweise Führung, ähnlich wie eine solche den Geschossen durch die Züge im Lauf verliehen wird.

Höhenfahrten, Benzin- und Oelverbrauch, Luftdruck- und Temperaturunterschiede sind Faktoren, von denen jeder für sich eine Regulierung des Auftriebs unbarmherzig verlangt. Der stabile Ballon wird zum labilen, die gasundurchlässige Hülle zur gasdurchlässigen. Gegensätze, die so sehr zu bekämpfen sind, dass sie ihre Aufgabe zwar vollauf erfüllen, keinesfalls aber im Sinne des Ganzen Bedeutung erlangen.

Zwei Lungenballone vermögen in geradezu idealer Weise diesen Anforderungen gerecht zu werden, sofern sie nur die ihnen zu Gebote stehenden Mittel erschöpfen.

Zum Ausgleich der Benzinbehälter sind die Lungenballone in den beiden Spitzen untergebracht. Sie nehmen, mit Luft gefüllt, dieselben vollständig ein und greifen noch 5 m auf den zylindrischen Teil über. Ihr Schwerpunkt fällt mit dem des Hauptballons zusammen, weshalb ein Einfluss auf die Längslage des Luftschiffs unter gleichen Verhältnissen nicht ausgeübt wird.

Die Möglichkeit, Luft nur in einen Lungenballon aufzunehmen oder aus ihm herauszulassen, bietet ein weiteres Mittel zur Höhensteuerung. Parseval regelt auf diese Weise die Schräglage seines Ballons. Endlich sind zum selben Zweck die Motorersatzteile innerhalb der 75 m langen Kajüten verschiebbar.

Die Lungenballone sind nach aussen durch die gerippte Blechhülle

hinreichend geschützt, die eine untere Hälfte bildet letztere selbst, während die andere obere Hälfte aus bestem Continental-Ballonstoff 250 g schwer per Quadratmeter besteht. Dieser legt sich aufgeblasen vollständig an die entgegengesetzte Blechwandung an, doch ist kein Interesse vorhanden bei einem Inhalt von 13400 cbm 16000 kg Luft mitzuführen, die als blinder Passagier diffundierend mit dem Wasserstoff nur Schaden anrichten würde. Es werden deshalb vor der Abfahrt die Lungenballone vollständig gefüllt, so dass kein Luftraum mehr vorhanden ist und die Stoffhülle des Lungenballons an der unteren Blechhülle anliegt.

Der Benzin- und Oelverbrauch erleichtert den Ballon stündlich um 300 kg, damit steigt er jeweils um 22 m. Beginnt die Abfahrt nach dem Gesagten in Berlin 6 Uhr morgens 240 m über dem Meeresspiegel, so wird nach 12 Stunden London in einer Höhe von 500 m erreicht. Infolge des abnehmenden Luftdrucks muss sich das Gas für 1000 m Höhe um rund $^1/_9$ seines Volumens ausdehnen können, da hiezu aber von Anfang an kein Platz vorhanden ist und der Ballon als starrer Körper sich nicht zu dehnen vermag, ein Ueberdruck von 30 cm Wassersäule möglich aber nicht erwünscht ist, so bleibt gar nichts anderes übrig als etwa 2600 cbm Wasserstoff auf der Strecke Berlin—London auszulassen. Etwas ausgleichend wirkt hiebei die Kondensation des Gases infolge der Temperaturabnahme mit der Höhe. Der Wert ist gleich dem des verbrauchten Benzins er beträgt 1400 Mk. und spielt nur eine untergeordnete Rolle gegenüber der Mehreinnahme von 3500 Mk. an Fahrgeldern infolge des gewonnenen grösseren Auftriebs.

Die Sonnenstrahlen erwärmen weniger die sicherlich mehr als 300 km hinaufragende Atmosphäre als den Erdboden, der die aufgefangene Wärme an die umgebenden Luftschichten abgibt. Leichter geworden strömen diese in das Luftmeer empor, dehnen sich infolge des abnehmenden Druckes aus und erkalten in dem Masse ihres Emporsteigens. Dies ist der Grund der Temperaturabnahme mit der Höhe. Durchschnittlich sind 0,5—0,6° mittlere Abnahme auf 100 m anzunehmen. Temperaturzunahmen werden trotzdem beobachtet, gehören jedoch wie ihre Ursachen zu den Seltenheiten. Eine Differenz von 10° verschiebt den Auftrieb des Ballons um 4000 kg und seine Höhe um 300 m. Zur Vermeidung von Ueber- oder Unterdrucken wird bei Erwärmung Wasserstoff ausgelassen und bei einer Verdichtung Luft durch Oeffnen des Ventils in die Lungenballone aufgenommen. Ein mässiger Ueber- und Unterdruck ist zulässig, da erst 0,10 Atmosphären die Hülle zum Platzen bringen würden und die Längsrippen eine recht achtbare Festigkeit gegenüber Unterdrucken aufweisen. Es hat jedoch nur bei bestimmten Absichten Zweck Ueberdrucke bis zu 10 cm Wassersäule entstehen zu

lassen, die es ermöglichen würden ohne Ballast auszuwerfen plötzlich zu steigen oder bei geringem Unterdruck durch Aufnahme von Luft rasch zu fallen.

Wir befinden uns noch in einer Höhe von 500 m über London und müssen, um den Erdboden zu erreichen, dynamisch herabfahren. Durch den zunehmenden Luftdruck wird das Gas zusammengepresst und damit Raum frei zum Einlassen von Luft als Ballast durch die geöffneten Ventile in die beiden Lungenballone, die auf diese Weise Höhenunterschiede bis zu 1500 m bewältigen lassen, eine Steigerung dieser 1500 m auf annähernd 1800 m ist mit Hilfe von Ueberdrucken möglich aber in Friedenszeiten ohne Bedeutung. Sobald an Stelle von Personen hinreichender Ballast mitgeführt wird, können auch Höhen über 2000 m überwunden werden, allerdings auf Kosten der Tragfähigkeit des Wasserstoffs, der beim Landen mit Luft vermengt würde, um dies zu vermeiden wären die Lungenballone grösser zu bauen. Bei Kriegs-Luftschiffen kann hierauf umsomehr Rücksicht genommen werden, als etwa 20000 kg für Ballast in Form von Geschossen zur Verfügung stehen.

Das Luftschiff in der beschriebenen Ausführung genügt dem praktischen Bedürfnis, denn es ist nicht nur in der Lage mit 400 Personen Entfernungen wie Berlin-London usw. zurückzulegen, sondern es fährt ohne zu landen innerhalb 40 Stunden mit 300 Personen von Berlin über London, Paris, Stuttgart wieder zurück nach Berlin oder direkt von Madrid nach Petersburg.

Der Ballon wird sofort nach der Einfahrt in der Halle nachgefüllt, wobei besonders darauf zu achten ist, dass keine Ueberdrucke entstehen, solange sich Luft im Lungenballon befindet, wodurch eine gesteigerte Diffusion stattfinden würde. Eine solche kann überhaupt nur beim Niedergang während der Zeit des Landens auftreten, setzt man hiefür eine viertel Stunde, so beträgt der Auftriebsverlust bei ungünstigen Verhältnissen und 2000 qm Stofffläche 200 g oder es könnten 5000 Landungen stattfinden bis 1‰ des Gesamtauftriebs verloren würde. Die Lebensdauer eines solchen Luftschiffes wird demnach von dem Vorhandensein zweier Lungenballone nicht beeinträchtigt, umsoweniger als der Wasserstoff infolge des ständigen Verbrauchs jährlich ungefähr zehnmal erneuert wird; dadurch verschwindet auch die bei der erstmaligen Füllung zurückbleibende Luft im Gewicht von 1000—2000 kg mehr und mehr.

Da die Einheitlichkeit der äusseren Form gewahrt bleibt oder in anderen Worten keine äussere Querschnittsvergrösserung wie bei Stoffballons erfolgt, wäre es ev. von Interesse möglichst hoch zu fahren zur Steigerung der Geschwindigkeit infolge des geringen Widerstandes der dünneren Luftschichten und der dort in der Regel herrschenden stärkeren

Strömungen, vorausgesetzt, dass diese der Fahrtrichtung günstig sind. Der durch den schon erwähnten Benzin- und Oelverbrauch stündlich um 300 kg wachsende Auftrieb kommt diesem Umstand zu Hilfe. Eine Regelung des Auftriebs durch Erwärmung des Wasserstoffs mittelst den Auspuffgasen ähnlich wie dies Santos-Dumont mit Petroleum versuchte, ist bei den riesigen Dimensionen direkt zu verwerfen und kommt deshalb nicht in Betracht.

Zur Einleitung von Höhenfahrten, sei es um günstige Windströme aufzusuchen, sei es um über Wolken und Berge hinwegzufahren oder um zu landen, wird das Luftschiff, wie erwähnt, mittelst Schwerpunktsverlegung nach auf- oder abwärts gestellt und in der gewollten Richtung solange weitergeführt bis die gewünschte Höhe erreicht ist, dabei stellt die Wirkung des Lungenballons das Auftriebsverhältnis für die neue Höhenlage richtig ein. Dies kann selbsttätig oder auch zwangsweise ausgeführt werden. Hiefür sind genaue Druckmesser angebracht die unzweideutig dem Führer Ueber- oder Unterdrucke anzeigen und Signale zur Auslösung bringen, sobald dieselben sich der festgesetzten Grenze nähern. Es wird dadurch ohne Zellen erreicht, dass bei Schrägstellung des Luftschiffes nicht wie seither Gas nach vorn strömen kann, da sich einerseits die Hülle nicht verändern lässt und anderseits keine Luft in den tiefer liegenden Lungenballon einströmen kann. Diesem Umstand ist es zu danken, dass Zwischenwände und Unterabteilungen weggelassen werden können, die nur beschweren, sich verschieden ausdehnen und für die Sicherheit keine Bedeutung haben, nachdem dem genannten Uebelstande auf die einfachste Weise abgeholfen wurde. Selbst grössere Verwundungen erfordern Zwischenwände nicht, da bei den kolossalen Dimensionen das Ausströmen des Gases mehr Zeit in Anspruch nimmt, als eine Landung erfordert, die übrigens auch bei Zelleneinteilung zur „conditio sine qua non“ wird.

Entleert sich eine der gedachten 17 Kammern, so fällt das Luftschiff um etwa 500 m und wird dadurch für weitere Beschiessungen erst recht geeignet. Ferner verschiebt sich, wenn nicht gerade eine mittlere Kammer ausläuft, der Schwerpunkt derart, dass leicht ernstliche Stabilitätsstörungen eintreten können. Das Luftschiff nimmt in diesem Falle immer mehr eine Neigung nach oben oder unten an, die mittelst Höhensteuer oder durch Massenverlegung umso schwerer ausgeglichen werden kann, je weiter aussen die ausgelaufene Kammer sich befindet. Nun ist aber nicht anzunehmen, dass nur vereinzelte Treffer in Betracht kommen, die nur ein Zellensystem verwunden, da fast immer die Beschiessung im Kriegsfalle eine sehr heftige sein wird; verlieren aber mehrere der schmalen Kammern ihr Gas, was schon bei einem Treffer infolge seiner schrägen Flugbahn

wahrscheinlich ist, dann erfolgt die Landung ob man will oder nicht. Nennenswerte Vorteile scheint daher das Zellensystem nicht zu besitzen. Bei Geschossen, die sofort nach dem Verlassen der Mündung entbrennen, oder beim Aufschlagen explodierend zünden, haben Zwischenwände überhaupt keinen Zweck mehr. Man sieht hieraus wie die scheinbaren Vorteile von Unterabteilungen überschätzt wurden, da die Nachteile viel zahlzeicher und bedeutender sind.

Der Grund, warum Zellen angewendet wurden, ist vielmehr der, dass das Gas der Ballonhülle gegen ein übermässiges Hin- und Herfliessen bei Schwankungen der Längsachse gesichert sein muss, die umso weniger auftreten, je weiter der Schwerpunkt nach unten gerückt ist und je mehr Dämpfungsflächen vorhanden sind. Für langgestreckte weiche wie starre Ballons mit Stoffhüllen nach Zeppelin'scher Art werden Kammern notwendig, weil das Gas stets nach der höheren Spitze hinflutet, da der Luftdruck die entgegengesetzte Spitze solange zusammenpresst bis der höhere Druck des Wasserstoffs dem Druck der schwereren Luft das Gleichgewicht hält. Die Pressung des Wasserstoffs führt dabei, sobald kein Zellensystem vorhanden ist, zum Zerplatzen der Ballonhülle, ein Unglück, das Giffard 1855 und Santos-Dumont 1901 und 1902 erlebte.

Dies ist bei dem innen und aussen gleich starren System mit der stabilen Blechhülle direkt ausgeschlossen. Solange sich keine Luft in den beiden Lungenballonen befindet oder solange deren Ventile geschlossen sind, finden überhaupt keine Strömungen statt, weil weder eine Deformation des Ballonkörpers möglich ist, noch Luft in den Lungenballon eindringen kann. Selbst das geöffnete Ventil verhindert das Entstehen unerlaubter Pressungen, da sich Luft nur während der eigentlichen Landungszeit in den Lungenballonen befindet. Man sieht, es ist weit besser das Mehrgewicht von über 2000 kg der 18 Stoffwände und 34 Ventile für Ballast zu verwenden, der einmal dem Feinde Schaden anrichten kann und sodann gestattet mehrere 100 m höher zu steigen, um sicherer vor feindlichen Geschossen zu sein, als dies in geringerer Höhe mit vielen Kammern der Fall wäre, deren Ventile zudem einen recht komplizierten der Versagung leicht ausgesetzten Mechanismus darstellen.

Unglücksfälle lehrten, dass der Ballon bis zum Entschluss zu landen in kürzester Reihenfolge von mehr als 100 Granaten durchschossen werden darf, die Löcher einzelner Treffer lassen sich durch geeignete Propfen schliessen. Hiefür wird bei Kriegsluftschiffen eine den Ballon weitumfassende verschiebbare Leiter mitgeführt, die gestattet ohne Gefahr beliebige Stellen der Hülle zu erreichen.

Die neue Bezeichnung „Lungenballon" wurde gewählt, um damit die Verschiedenheit gegenüber den deutschen Luftsäcken und den französischen

Ballonnets zu kennzeichnen, die schon Dupuy-de-Lôme 1872 anwandte. Letztere haben immer die Aufgabe, dem Ballonkörper seine äussere starre Form zu geben und werden hiezu durch Ventilatoren aufgeblasen, deren Versagen das lenkbare Luftschiff in einen Freiballon verwandeln oder sonst Gefahren verursachen kann. Die Lungenballone haben mit der äusseren Form nichts gemein, sie sind von Anfang an und während der ganzen Fahrt ausser Tätigkeit, die erst mit der Landung ohne Ueber- und Unterdrucke selbsttätig und ohne Hilfe von Ventilatoren beginnt und solange dauert als ein Niederfahren stattfindet. Sinkt das Luftschiff von Berlin in London angekommen sekundlich um einen Meter, dann saugen die Lungenballone 5 Minuten lang Luft ein, die nach der Landung in weiteren 5 Minuten wieder ausgetrieben ist.

Es kann hier noch die Art der ersten Füllung des Ballonkörpers erwähnt werden. Zur Vereinfachung werden die Lungenballone auf gewöhnliche Weise mit Luft gefüllt, es bleibt so nur noch die 230 m lange zylindrische Röhre, die in Anbetracht der 151 Ringe beispielsweise in 50 Abteilungen eingeteilt wird. Jeder dritte Ring erhält, wie beschrieben, diagonal gespannte Drähte, durch welche je eine Abteilung gebildet wird. In diese bringt man einen Stoffballon von derselben Form anschliessend an den aufgeblasenen Lungenballon beginnend von hinten nach vorn. Der Ballon ist mit Ansatz und einer Reissbahn versehen und wird sofort mit Wasserstoff gefüllt; sodann bringt man in den nächsten Käfig gleichfalls einen Ballon der ebenso aufgeblasen wird. Besondere Ueberdrucke sind dabei nicht erforderlich, es genügt wenn die Seitenwände an den zahlreichen Drähten bequem anliegen. Die Luft entweicht während der Füllung durch ein Ventil, das im Betrieb zum Auslassen von Wasserstoff benützt wird und sich vorn über der Kajüte etwas erhebt. Sobald der zweite Ballon gefüllt ist, zieht man die Reissleine des ersten und ihn selber mit der nötigen Vorsicht aus dem Ballonkörper heraus, klebt oder näht die Reissbahn wieder zu und bringt ihn nun in die dritte Abteilung, um dort das Spiel von neuem zu beginnen bis der ganze Zylinder gefüllt ist. Zum Schlusse treibt man die Luft aus den Lungenballonen heraus, indem einfach wie nach jeder Ankunft von einer Fahrt Wasserstoff nachgefüllt wird.

Die Gewichtsverlegung durch den Benzinvorrat, die Gasregulierung durch die Lungenballone erhöhen in ihrer Einfachheit die Betriebsicherheit, ohne jede Beeinträchtigung der Lenkbarkeit, die im Gegenteil durch die Führung gebenden Längsrippen bei Höhenfahrten noch gefördert wird.

Massenverteilung und Leistungsfähigkeit.

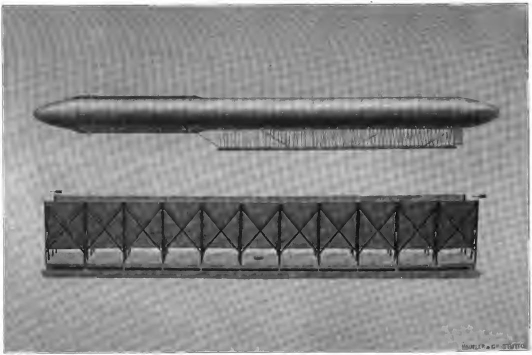
Besonders berücksichtigt wurde die Massenverteilung als wesentlicher Faktor zum Entwurf eines für die heutigen Begriffe grossen Luftschiffes. Sie ist die Mutter der Systeme und meistens ein recht sorgenbereitendes Kind zugleich. Als solches zwang es den zwanglosen Parseval zu seiner verstellbaren Gondel, die halbstarren Luftschiffe zur Mitnahme einer Trägerkonstruktion, den starren Zeppelin zur starren kurzen Aufhängung zweier Gondeln und zur symetrischen Anordnung der Schrauben in bezug auf die Längsachse, doch die gigantische Röhre beraubte das Kind seiner Macht und überliess ihm die Furcht vor dem Segen der Mutter.

Die Vermeidung der Hebel gewährt freie Hand in allen Teilen: die Lungenballone mit den Benzinbehältern, die Kajüten mit den Motoren und Schrauben konnten samt der Gondel in theoretisch richtiger Weise und am theoretisch richtigen Platze angeordnet werden. Die Entfernung der einzelnen Ringe wurde auf $1^1/_2$ m herabgesetzt, um auch innerhalb der Konstruktion selbst lange schwächende Hebel tunlichst auszuschalten.

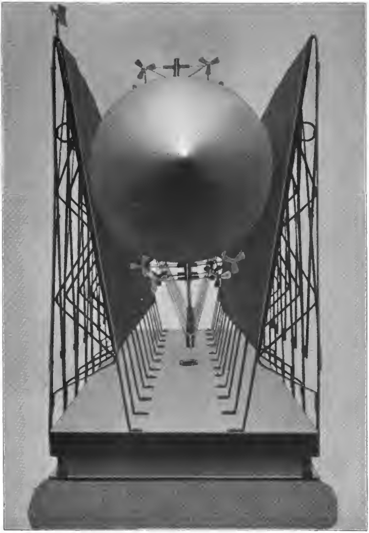
Leichter und deutlicher als die Geschwindigkeit, der Aktionsradius und die Rentabilität lässt die Massenverteilung erkennen, wie richtig die gewählten Verhältnisse sein müssen und wie falsch es wäre, als früherer Anhänger der Aviatik den Mut der Inkonsequenz zu scheuen, um zweifelnd an der Sonne Klarheit und klügelnd über die Folgen das nicht zu tun, was die Pflicht gebeut.

Das Insektengerippe aus den gasdichten, homogen verschweissten Magnaliumstreifen in Verbindung mit zahlreichen Querversteifungen und den 1600 PS erfüllt bei einer Tragfähigkeit von 40000 kg für Nutzlasten und einem Inhalt von 13400 cbm der beiden Lungenballone alle Anforderungen, die an ein Luftschiff gestellt werden müssen, welches sich als dienendes Glied dem Apparat als ein Ganzes anschliessen soll, der mit seinem Verkehr allgewaltig der Neuzeit ihr Gepräge verleiht.

Das ist das leistungsfähigste Luftschiff, welches in jeder Beziehung die vollkommenste Festigkeit mit anhaltendster Wärme- und Höhenregulierung besitzt ohne je eine Neufüllung zu erfordern.



Luftschiff über der Halle schwebend



Luftschiff in der Halle liegend von vorn gesehen.

Landung.

Auf Schienen drehbar stellt sich eine Halle zwangsweise in die Windrichtung ein entsprechend der Mittelstellung zweier Windfahnen, die solange die Elektromotoren einschalten, solange die Halle nicht parallel zu ihrer eigenen Stellung steht. Um dem Fahrzeug möglichst viel Bewegungsfreiheit zu lassen, sowie um unabhängig von Temperaturschwankungen zu sein, bleibt die Halle auf den beiden Schmalseiten und oben offen. Sie verbreitet sich von unten nach oben derart, dass das gelandete Luftschiff an den beiden Wänden durch schützende Bürsten mässig eingeklemmt anliegt, sobald die Gondel den Boden berührt. Das Luftschiff hält direkt über der Halle, um sich an Seilen herabwinden zu lassen; es ist gleichgiltig, ob das Fahrzeug genau parallel oder genau über der Mitte der Halle steht, da ohne weiteres diese selbst gleichlaufend gestellt werden kann und das Luftschiff beim Herabwinden in den Konus seine richtige Führung erhält. Wenn das Fahrzeug längere Zeit liegen bleiben soll, dann wird die Halle mit Segeltüchern überdeckt, falls die Sonne brennt, falls Regen, Schnee oder Hagel zu erwarten ist.

Der Zugang zur Gondel soll unabhängig von der Stellung der Halle sein, er wird deshalb unterirdisch angelegt und dem Drehpunkt zugeführt, dessen Umfangsgeschwindigkeit gleich Null ist. Die Gondel selbst ist allseitig geschlossen, mit Abteilungen, Türen und zahlreichen runden Fenstern versehen, sie wird durch den frei werdenden Wasserstoff beleuchtet und geheizt. Irgend eine Gefahr für den Ballonkörper ist damit nicht verbunden, da je nach der Erfahrung die Abstände vom Gondeldach bis zur Ballonhülle 6—10 m betragen werden. Die Gondel selbst wird 160 m lang, 2,20 m hoch und 1,80 m breit. Die Insassen sitzen rechts und links unter Freilassung eines Ganges je am eigenen Fenster, um die majestätischen Szenen zu betrachten, die sich schon in geringer Höhe dem schwebenden Beschauer darbieten und übermächtige Reize auf seine Sinne ausüben oder aber dreht man die Stühle, um sich von Angesicht zu Angesicht durch angenehme und anregende Gespräche mitzuteilen, geniessend das anmutige Spiel von Rede und Gegenrede.

Die Abteilungen zerfallen in I. und II. Klasse mit getrennten Räumen für Damen und Herren, Rauchern und Nichtrauchern beiderlei Geschlechts, wobei kleine Küchen und Waschkabinette nicht zu vergessen sind. Durchschnittlich nimmt eine der 16 Abteilungen 25 Personen auf und

wird 9 m lang, die Inneneinrichtung wird einfach und leicht, die Fenster sind aus Glimmerscheiben angefertigt. Der Wert der Gondel mag 50000 Mark betragen.

Gehalten wird die Gondel von 220 Stahlbändern, die zur Verringerung des Luftwiderstands mit ihrer abgerundeten Schmalseite der Fahrtrichtung zugekehrt sind. Die Zwischenräume der Bänder betragen $1^1/_2$ m, gleich den Abständen der Ringe und Räder des Gerippes, welche direkt zur Befestigung dienen. Einzelne Bänder laufen unter sich entgegengesetzt im Winkel von 30°, um jedes Schwanken der Gondel mit Sicherheit zu verhindern. 5000 kg Material dürfte für die Gondel samt den Tragbändern genügen, deren Gesamtfestigkeit einer achtfachen Belastung gewachsen ist.

Es ist für den Unternehmer einerlei, ob rund 30000 kg Personen oder Frachten mitgenommen werden, in jedem Falle wird er dieselben Preise erzielen wollen. Daraus geht hervor, dass Fahrkarten nur dem Gewichte nach und in Abstufungen von 5:5 kg abgegeben werden können. Für das Gepäck bezahlt der Reisende dieselbe Taxe wie für seine eigene Person. Kinder werden in Zukunft ausserordentlich billig fahren, wenngleich 25 kg als die niederste Gewichtstaxe bezahlt werden müssen.

Dem Ballon kann frei in der Luft kaum ein Unglück zustossen, anders ist es bei der Landung, darum wurde eine solche Art gewählt, deren Zeitdauer die denkbar kürzeste wird. Hiezu ist eine oben offene Halle unbedingtes Erfordernis, die ihrerseits wiederum für das Luftschiff eine Blechhülle verlangt. Da es leicht möglich ist, den Ballon mit 10 m in der Sekunde herabzuziehen und seine ganze Höhe etwa 32 m beträgt, so kann die eigentliche Landung in 8—15 Sekunden vollzogen werden.

Sobald das Fahrzeug richtig über der Halle steht, werden Seile herabgelassen, mit dem Einhacken dieser beginnt die Landung und die Tätigkeit der Spills, die nach Verlauf von 6—10 Sekunden das Luftschiff in der Halle geborgen haben. Die Abfahrt erfolgt in umgekehrter Weise wie die Landung.

Betriebssicherheit.

Die schwierigste Aufgabe, von deren Lösung die Verwendung der Blechhülle und damit die praktische Lebensfähigkeit des Luftschiffs in umfassender Weise abhing, wurde mir geschenkt. Mich freuend über die glückliche Uebertragung der Theorie des Insektenflügels auf die Magnaliumhülle erkannte ich erst nach und nach wieviele Verbesserungen diesem Bestreben zu verdanken waren. In geradezu einzig dastehender Weise wurde gleichzeitig ohne die geringsten weiteren Hilfsmittel eine grössere Längstabilität und sicherere Höhensteuerung erreicht, die Blechstärke wuchs um den dritten Teil und damit die Lebensdauer des Luftschiffs, dem gegen äussere Verletzungen weiter Schutz geboten wird durch die versteifenden Längsrippen selbst, deren bedeutende Drachenwirkung im Unglücksfalle die Fallgeschwindigkeit ausserordentlich vermindert.

Gleich dem Archimedes, der in einer Wanne badend eine heut noch giltige Methode zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes erkannte und von Freude getrieben nackt seinem Hause zulaufend mit lauter Stimme rief: heureka, heureka (ich habe es gefunden), kannte die Erfinderfreude fast keine Grenze als das Insektengerippe zu all' diesem noch das Kind vollendet in den Schoss warf, dem Odem einzublasen selbst ein Jahrhundert sich scheute. Es ist der Ausgleich der Temperatureinflüsse im System selbst oder in anderen Worten ein Wärmeregulator der bei Schwankungen die Hülle sicherer vor dem Zerreissen bewahrt als den Menschen vor dem Tode.

Die 42 mm hohen und 50 mm breiten Längsrippen sind in Abständen von 21 cm auf die ganze Länge des Luftschiffes verteilt, die dazwischenliegenden Blechstreifen werden somit nur 16 cm breit, sie sind in ihrer Mitte durch eine Messingschraube mit grossem Kopf an die Ringe und Räder befestigt. Mögen nun diese oder die Hülle sich noch so beliebig und verschieden dehnen oder zusammenziehen, Spannungen können nicht entstehen, da die Längsrippen durch entsprechende Federung alles ausgleichen. — Scheinwerfer, Telephon, drahtlose Telegraphie, Messinstrumente und Karten werden soweit erforderlich mitgeführt.

Mit dem selbsttätigen Ausgleich der Temperaturschwankungen im Metallgerippe sind alle Bedenken und Zweifel gegenüber der Blechhülle beseitigt, sie macht vielmehr das lenkbare Luftschiff zum gefahrlosesten und betriebsichersten aller Zeiten.

Neue zum Patent angemeldete Ansprüche.

1. Abmessungen, welche die Anwendung einer einzigen langgestreckten Gondel gestatten zur Vermeidung von Hebelwirkungen, die das Verhältnis der Länge zum Durchmesser des Ballons einschränken und eine Verstärkung des Gerippes bedingen, sowie um eine Wiederholung des Gondelquerschnittes zur Verminderung des Widerstandes ausschalten und die Motore so anordnen zu können, dass sie ihr eigener Ballonteil zu tragen vermag.
2. Ballonkörper, dessen Blechhülle elastische Profile erhält, die jederzeit die durch Temperatureinflüsse entstehenden Spannungen ausgleichen.
3. Blechhülle für Luftschiffe, die durch Einteilung in kleine Felder mittelst Versteifungsrippen und feste Verbindung mit dem Gerippe zu dessen Versteifung herangezogen wird.
4. Aussen laufende Längsrippen zum Schutze der Hülle und zur Dämpfung der Schwingungen des Luftschiffs, sowie zur Verminderung der Fallgeschwindigkeit.
5. Die Schweissung der Versteifungsrippen mit der Hülle zu einem homogenen Körper zur Vermeidung jeder Materialverschwendung und der Gefahr einer Undichtheit, wie die Schweissung der Hülle überhaupt.
6. Ein Lungenballon von Durchmesser des Hauptballons, sowie die teilweise Herstellung seiner Seitenwände aus Blech, um die Oberfläche zwecks Erreichung geringerer Diffusion und leichteren Gewichts klein zu machen.
7. Die Abschliessung des Lungenballons nach aussen durch die Blechhülle des Hauptballons, um eine Diffusion des Wasserstoffs mit der Aussenluft bei leerem Lungenballon auszuschalten und um Strömungen des Gases bei Schwankungen oder Schrägstellung des Luftschiffs, sowie eine Einteilung des Hauptballons in mehrere Einzelballone zu vermeiden.
8. Die Anordnung der Motore unter- und überhalb des Ballonkörpers, damit die Resultierende der Schrauben genau mit dem Widerstandsmittelpunkt des Luftschiffs zusammenfällt, ohne dass die Schrauben seitlich über die Ballonhülle hinausragen.
9. Eine auf beiden Schmalseiten und oben offene Halle.
10. Ballonhalle, welche nach der mittleren Stellung von Windfahnen, die Elektromotoren einschalten, in die jeweilige Windrichtung eingestellt wird.
11. Unterirdischer Zugang zum Drehpunkt der Halle, um unabhängig von ihrer Stellung zu sein.

GLASER & SULZ